



# **UNIVERSITAT JAUME I**

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS**

## **MÁSTER UNIVERSITARIO EN EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD**

**“Análisis y calificación energética de un edificio de  
oficinas situado en Castellón de la Plana. Estudio de  
viabilidad de las medidas de mejora.”**

**PROYECTO FINAL DE MÁSTER**

**AUTOR**  
**INES IBÁÑEZ BRIZ**

**DIRECTOR**  
**DANIEL SÁNCHEZ-GARCÍA VACAS**

CASTELLÓN, NOVIEMBRE DE 2014

## ÍNDICE

1. PREFACIO .....	3
2. OBJETIVOS .....	5
3. FASES .....	6
4. ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	9
5. DATOS GENERALES.....	10
5.1. UBICACIÓN.....	10
5.2. SUPERFICIES, USOS Y OCUPACIÓN. ....	11
5.3. PLANOS GENERALES DEL EDIFICIO. ....	13
5.4. ORIENTACIÓN .....	14
5.5. HORARIO DE FUNCIONAMIENTO. ....	15
5.6. ZONA CLIMÁTICA. ....	16
5.7. PERFIL DE USO .....	17
5.8. MASA DE PARTICIONES.....	17
5.9. SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	18
6. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	19
6.1. DESCRIPCIÓN ENVOLVENTE TÉRMICA.....	19
6.2. DEFECTOS E IRREGULARIDADES .....	37
7. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN .....	40
7.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN EXISTENTE.....	43
7.2. CONSUMO ELÉCTRICO .....	51
8. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR .....	54
9. EVALUACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE CLIMA.....	61
9.1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES.....	61
9.2. ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES .....	72
9.3. OTROS DEFECTOS ENCONTRADOS EN LAS INSTALACIONES .....	74
9.4. CONSUMO ESTIMADO .....	78
10. INSTALACIONES DE FUERZA .....	79
10.1. EQUIPOS DE FUERZA.....	79
11. INSTALACIÓN DE ACS.....	82
12. ANÁLISIS DE CONSUMOS ELÉCTRICOS .....	87

12.1. PERFIL DE CONSUMO FACTURACIÓN .....	87
12.2. ESTIMACIÓN CONSUMO.....	89
12.3. SISTEMA DE TELEGESTIÓN.....	91
13. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA .....	98
13.1. INTRODUCCIÓN .....	98
13.2. METODOLOGÍA.....	99
13.3. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA .....	100
MEDIDAS DE MEJORA PROPUESTAS.....	102
14. MEDIDAS CORRECTORAS ILUMINACIÓN .....	103
15. MEDIDAS CORRECTIVAS CLIMATIZACIÓN .....	121
16. MEDIDAS CORRECTIVAS FUERZA .....	128
17. MEDIDAS CORRECTIVAS AGUA .....	129
18. MEDIDAS DE AHORRO EN EL SUMINISTRO ELÉCTRICO .....	131
19. RESUMEN MEDIDAS DE AHORRO.....	137
20. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA MEDIDAS DE MEJORA .....	138
21. RECOMENDACIONES.....	142
21.1. MANTENIMIENTO.....	142
21.2. CONCIENCIACIÓN .....	142
21.3. SEÑALIZACIÓN .....	143
21.4. RECOMENDACIONES SOBRE ILUMINACIÓN .....	143
21.5. RECOMENDACIONES SOBRE AGUA .....	143
21.6. RECOMENDACIONES SOBRE CLIMATIZACIÓN.....	143
22. SUBVENCIONES Y AYUDAS .....	144
23. CONCLUSIONES .....	145
24. BIBLIOGRAFÍA .....	146

## 1. PREFACIO

---

La comunidad internacional ha llegado a la conclusión de que la senda de consumo creciente de energía es insostenible. La búsqueda de la eficiencia energética de equipos y el consumo responsable se establecen como las bases de un nuevo punto de vista, cuyo objetivo es el desarrollo sostenible del crecimiento energético siendo conscientes de que las materias primas son un bien escaso y limitado.

Existen varios problemas energéticos actuales que pueden verse atenuados mediante el ahorro. La creciente demanda energética, la seguridad del suministro y la inestabilidad de su precio, o los efectos medioambientales son algunos ejemplos a nivel internacional, además de otros a nivel nacional como la elevada dependencia energética exterior.

Dentro de este contexto, hay que destacar el importante papel que representa el sector de la edificación, que es clave no solo porque consume energía (se estima que los edificios representan alrededor de un 40% del consumo de energía, y el ahorro potencial de energía que se puede desarrollar en los mismos supera el 20%), sino porque también tienen márgenes de mejora muy amplios: la eficiencia energética será la principal palanca de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera.

Por tanto, para solventar esta situación, la eficiencia energética constituye uno de los mejores y más económicos medios para reducir el consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible de su uso.

En un contexto de crisis actual, el desarrollo de proyectos de eficiencia energética para reducir el gasto energético, disminuir los costes de mantenimiento y por tanto liberar

recursos económicos para otras necesidades, es fundamental, sin olvidar que el control del tiempo de dichos ahorros garantiza la consecución de los objetivos.

Por tanto, con el objetivo de poder determinar de forma objetiva y detallada el estado actual de las edificaciones, en los últimos años se han impulsado diversas Directivas europeas enfocadas a la certificación energética de edificios que permiten analizar el consumo energético producido y las emisiones de CO<sub>2</sub> que se liberan a la atmósfera.

Entre estas normativas destaca el “Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020” que el Consejo Europeo de 17 de junio de 2010 ha fijado como objetivo para 2020 ahorrar un 20% en su consumo de energía primaria y el nuevo 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 existentes.

## 2. OBJETIVOS

---

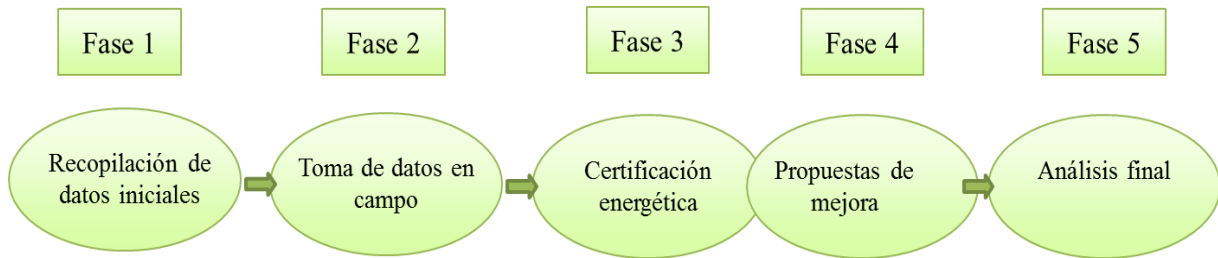
El objeto de este proyecto es realizar un diagnóstico energético completo de un edificio de oficinas situado en Castellón de la Plana, para de este modo poder analizar y valorar qué medidas a tomar son las oportunas para mejorar su eficiencia energética y de este modo reducir la demanda energética sin dejar de garantizar las condiciones básicas de habitabilidad y confort mínimas exigidas.

Se realizará un análisis exhaustivo de las distintas instalaciones que lo conforman, así como de la envolvente térmica del edificio, usos y consumos. De este modo, se podrá alcanzar una visión detallada del modo de explotación, funcionamiento, estado de sus componentes, costes, puntos singulares deficientes y todos aquellos parámetros que producen una disminución de la eficiencia energética del edificio.

Una vez realizado el análisis de las medidas de mejora anteriormente propuestas, se procederá a realizar al certificación energética del edificio mediante la herramienta informática CE3Xv1.1 en su estado actual y tras la implantación de las medidas de mejora propuestas, lo que nos permitirá comprobar si se produce un aumento de la calificación energética y por tanto se obtiene una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

### 3. FASES

El trabajo completo del presente estudio consta de:



#### Fase 1 . Recopilación de datos técnicos necesarios

Esta fase consiste en la recopilación de toda la información que pueda ser utilizada para empezar con el estudio, como puede ser desde la información básica, el proyecto de construcción, usos, recopilación de facturas y consumos, planos, etc. hasta la identificación y conocimiento de toda la envolvente del edificio y de los consumos pertinentes.

Para ello, es imprescindible el apoyo y colaboración del personal interno del edificio así como especialmente del encargado de las infraestructuras del mismo.

#### Fase 2 Labor de campo para la toma y recogida de datos

Posteriormente, con el fin de complementar y verificar todos los datos aportados en la Fase 1, se llevan a cabo las inspecciones de campo, en las que se realiza la visita al edificio en cuestión.

En esta fase se identifican y analizan las distintas instalaciones, tanto de climatización, iluminación y ACS.

- ❖ Se realizará un inventario de las luminarias implantadas y sus respectivas potencias.
- ❖ Inventario de los sistemas de climatización y ACS.
- ❖ Recopilación de las características técnicas de los equipos.

- ❖ Inspección visual de los huecos de fachada.
- ❖ Identificación de las zonas habitables.
- ❖ Realizaremos mediciones del consumo energético.

Con todo ello, conseguiremos los siguientes datos:

- ❖ Inventario de luminarias.
- ❖ Parámetros eléctricos de los equipos instalados (potencia nominal, capacidad calorífica, etc.)
- ❖ Puentes térmicos existentes.
- ❖ Elementos constructivos deteriorados.

### Fase 3 Certificación energética del edificio.

La certificación energética califica energéticamente un inmueble calculando el consumo anual de energía necesario para satisfacer la demanda energética de un edificio en condiciones normales de ocupación y funcionamiento (incluye la producción de agua caliente, calefacción, iluminación, refrigeración y ventilación).

La escala de calificación es de siete letras y varía entre las letras A (edificio más eficiente energéticamente) y G (edificio menos eficiente energéticamente). La etiqueta energética expresa la calificación energética del edificio.

Esta certificación proporciona información útil sobre el comportamiento energético del edificio. Al mismo tiempo, permite ofrecer opciones al usuario para saber cómo mejorar la eficiencia energética, mediante recomendaciones presentes en los certificados de eficiencia energética.

### Fase 4 Elaboración de propuestas de mejora.

En esta fase, se establecen y analizan los datos generales obtenidos, planteando medidas energéticas correctivas totales o parciales, estudiando su implantación y viabilidad económica.



- ❖ Reducir el coste económico producido por la elevada demanda energética.
- ❖ Reducir el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera.
- ❖ Mejorar las actividades de control y mantenimiento, las cuales irán acompañadas de su correspondiente descripción técnica básica y un análisis económico: inversión necesaria y período de retorno según el ahorro económico asociado al ahorro energético.

#### Fase 5 Análisis final

En una última fase, se establece una comparativa entre el modelo energético actual de las instalaciones y el modelo propuesto que incluye las medidas correctivas y de optimización.

## 4. ÁMBITO DE APLICACIÓN

---

El alcance del trabajo abarca todas las instalaciones que comprenden la edificación, así como también los sistemas constructivos, huecos y cerramientos que lo conforman.

Los trabajos a realizar serán:

- Toma de datos inicial
- Análisis del proyecto y consumos
- Análisis del cumplimiento de normativas
- Simulación y certificación
- Elaboración de propuestas de actuación

## 5. DATOS GENERALES

### 5.1. UBICACIÓN

El edificio está ubicado en Calle Guinjol, 1, 12003, Castellón según el correspondiente plano de situación:



Figura 1: Ubicación CEEI Castellón



Figura 2: Ubicación CEEI Castellón

## 5.2. SUPERFICIES, USOS Y OCUPACIÓN.

El edificio objeto de estudio está compuesto por 3 plantas habitables y un sótano distribuyéndose la superficie según la siguiente tabla:

### Sótano

<i>Localización</i>	<i>Superficie (m<sup>2</sup>)</i>
<b>Planta Sótano</b>	
Sótano	79,09
Cuarto instalaciones	24,15

### Planta baja

<i>Planta Baja</i>	
Recepción	9,37
Vestíbulo	40,43
Sala caracol	43,27
Escalera	5,82
Despacho A02	22,75
Despacho A01	19,75
Despacho 1	14,85
Despacho 2	14,85
Despacho 3	14,85
Despacho 4	14,85
Despacho 5	28,61
Módulo A	135,73
Módulo C	70,61
Módulo D	70,61
Módulo E	70,61
Aseos	9,06
Almacén	5,88

**Planta primera**

<i>Localización</i>	<i>Superficie (m<sup>2</sup>)</i>
<b>Planta Primera</b>	
Salón de actos	87,77
Despacho 6	15,53
Despacho 7	15,53
Despacho 8	15,53
Office	29,01
Altillo modulo B	50,16
Módulo G	71,05
Módulo G	71,05
Módulo H	141,41
Módulo H	141,41
Módulo J	69,12
Módulo J	69,12
Módulo K	35,05
Módulo K	35,05
Modulo L	35,05
Modulo L	35,05
Aseos	15,58

**Planta segunda**

<i>Localización</i>	<i>Superficie (m<sup>2</sup>)</i>
<b>Planta Segunda</b>	
Sala de formación	80,65
Despacho 9	15,68
Despacho 10	15,68
Despacho 11	15,68
Despacho 12	28,81
Aseos	12,67

El edificio funciona como un Centro Europeo de Empresas Innovadoras por lo tanto su tipología de uso será de un edificio administrativo.

En cuanto a la ocupación, se tendrán que tener en cuenta las densidades establecidas para cada uso y dependencia en el Código Técnico de la Edificación, concretamente en el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio, que para el uso administrativo será de 10m<sup>2</sup>/persona.

En la actualidad se estima una ocupación de uso de 50 personas.

### 5.3. PLANOS GENERALES DEL EDIFICIO.

A continuación se muestra un plano general de cada una de las plantas del edificio.

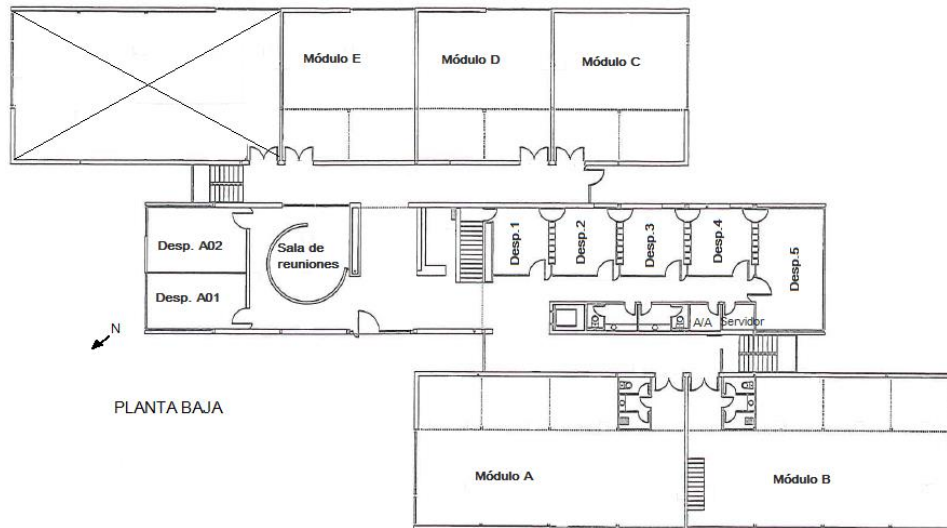


Figura 3: Plano planta baja

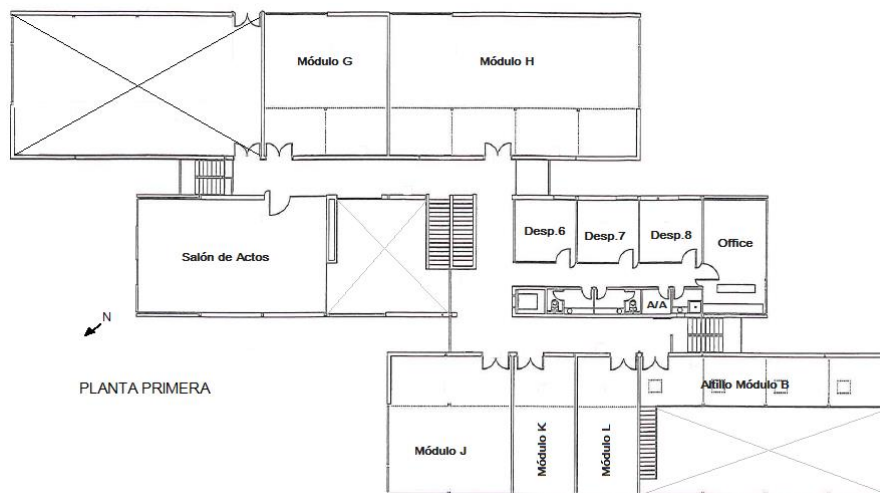


Figura 4: Plano planta primera

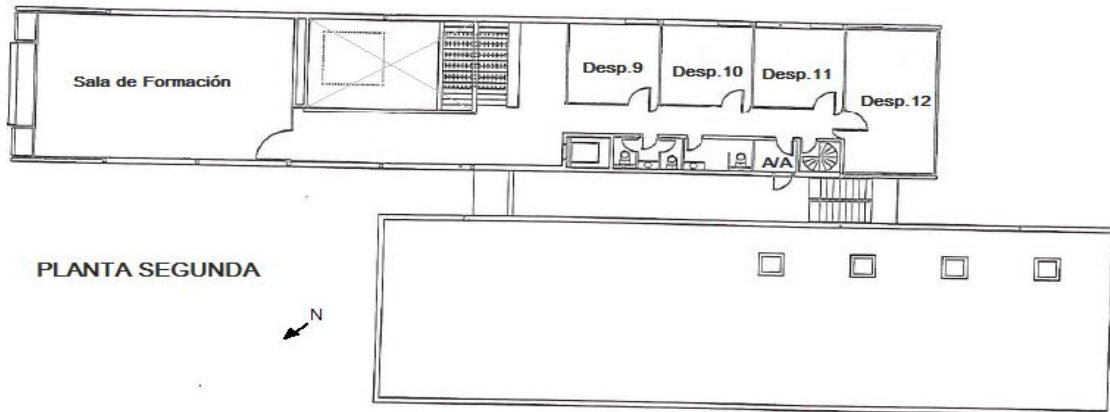


Figura 5: Plano planta segunda

#### 5.4. ORIENTACIÓN

Se agrupan 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la imagen siguiente y determinados por el CTE.

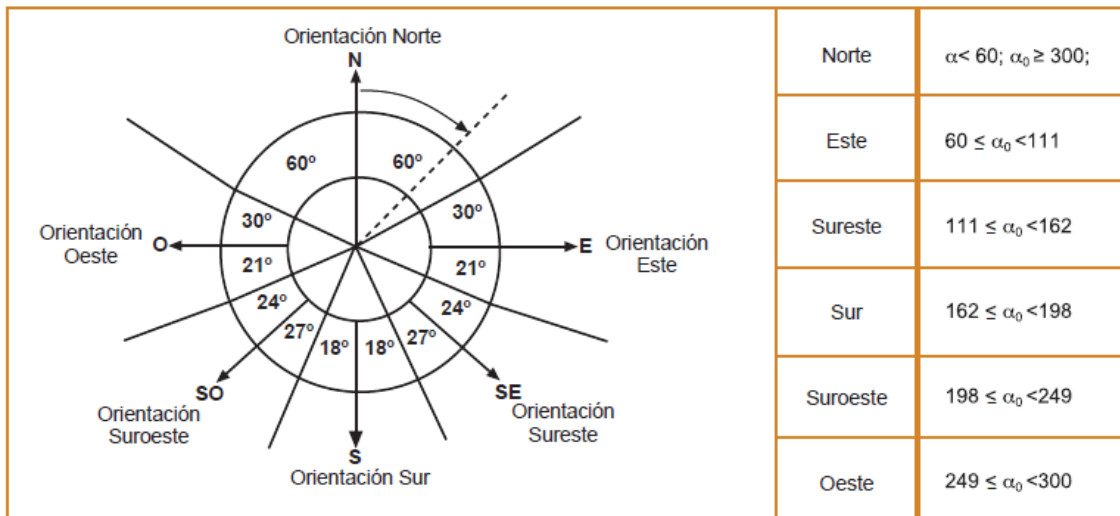


Figura 6: Orientación fachadas según CTE

La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario.

En el edificio objeto de estudio las fachadas se clasifican del siguiente modo:

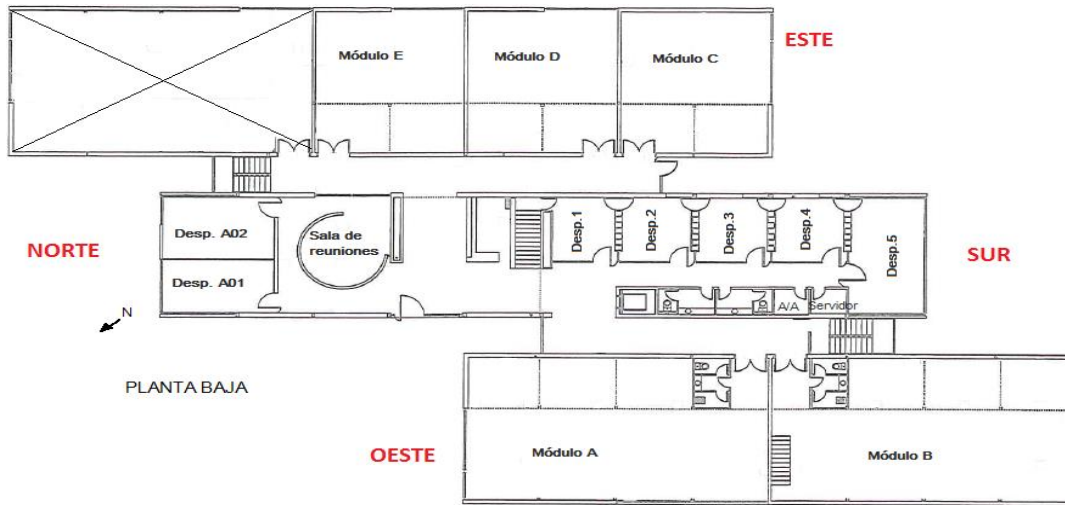


Figura 7: Plano orientación fachadas CEEI

### 5.5. HORARIO DE FUNCIONAMIENTO.

El horario de funcionamiento no es un horario fijo, ya que varía en función de los horarios de los distintos despachos ocupados por las diferentes empresas que lo constituyen, pero teniendo en cuenta que el uso es de oficinas y viendo las gráficas de consumo, podemos concretar que va desde las 8:00 am a las 19:30 pm.

Durante todo el año se diferencian dos jornadas laborales, correspondiendo a la temporada de invierno y de verano.

A continuación se detalla los horarios correspondientes a los trabajadores internos del CEEI Castellón y el de las empresas que tienen su sede en el mismo.

ESTANCIA	HORAS	HORAS	ENCENDIDO NOCTURNO	HORAS
	FUNCIONAMIENTO INVIERNO	FUNCIONAMIENTO VERANO		
Personal CEEI Castellón	8,5	7	NO	0
Empresas CEEI Castellón	8	7	NO	0
Aseos y office	4	2	NO	0
Sala instalaciones	1	1	NO	0
Sótano	1	1	NO	0
Salas de reuniones y actos	2	1	NO	0
Sala formación	2	0	NO	0
Alumbrado exterior	12	10	SI	12
Pasillos	24	24	SI	24
Alumbrado emergencia	24	24	SI	12

Tabla 1: Horarios de funcionamiento CEEI



Cabe destacar que el alumbrado exterior y el que se encuentra en los pasillos de las tres plantas se queda encendido por la noche por motivos de seguridad.

En cuanto a los días de funcionamiento durante el año 2013, determinaremos los días laborales diferenciando el período vacacional.

Como días festivos se considerarán aquellos correspondientes a las fiestas nacionales o festividades específicas de la Comunidad o Provincia donde se encuentra ubicado el edificio del calendario laboral.

PERÍODO	DIAS LABORABLES INVIERNO	DIAS LABORABLES VERANO	FESTIVOS INVIERNO	FESTIVOS VERANO
AÑO 2013	239	22	10	1
TOTAL	229	21		

Tabla 2: Distribución días laborables año 2013

### 5.6.- ZONA CLIMÁTICA.

Como se ha comentado con anterioridad, el edificio se encuentra ubicado en el municipio de Castellón de la Plana. El Código Técnico de la Edificación indica la zona climática correspondiente a cada municipio de acuerdo con el mapa que se recoge en la figura 3.1 de las secciones 4 y 5 del DB HE Ahorro de Energía.

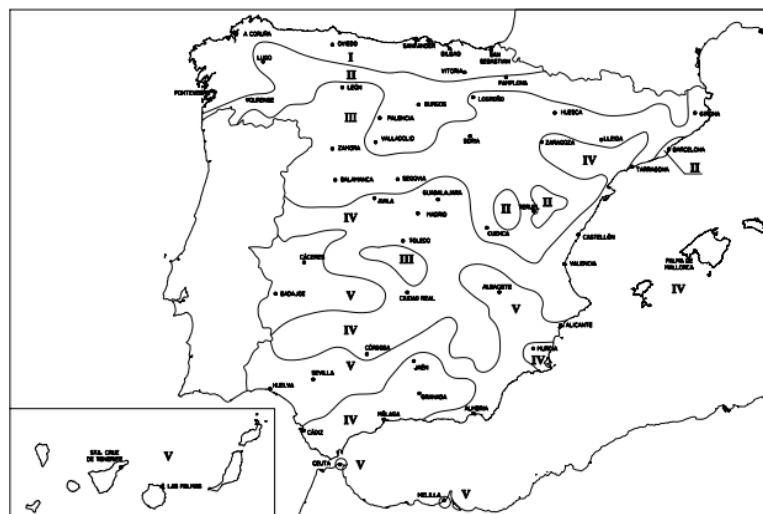


Figura 8: Zonas climáticas

Por lo tanto la zona climática en función de la radiación solar global media diaria anual.

<b>MUNICIPIO</b>	<b>ZONA CLIMÁTICA</b>
Castellón de la Plana	IV

*Tabla 3: Zona climática*

### **5.7.- PERFIL DE USO**

Conforme al documento Reconocido “Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a Líder y Calener. Anexos”, en los edificios no destinados a vivienda se consideran tres grupos de niveles de intensidad de las fuentes internas, alto, medio y bajo, con cuatro perfiles horarios de funcionamiento diarios: 8, 12, 16 y 24 horas de funcionamiento.

En nuestro caso determinaremos una intensidad de uso media de 12 horas de funcionamiento, ya que aunque la jornada laboral del personal interno del edificio sea de 8 horas, el centro se mantiene abierto 24 horas, por lo que algunas de las empresas instaladas aumentan esa jornada de 10 a 12 horas diarias.

### **5.8.- MASA DE PARTICIONES**

La calificación de la masa de las particiones se utiliza para el cálculo del efecto de la inercia térmica por las particiones interiores que separan espacios habitables y, por tanto, no son elementos de la envolvente térmica del edificio.

Se presentan tres opciones:

- masa ligera: particiones interiores de placa de yeso.
- masa media: ladrillo hueco.
- masa pesada: ladrillo macizo.

Determinaremos una masa de las particiones pesada ya que está realizada con ladrillo macizo.

### 5.9.- SUMINISTRO DE ENERGÍA

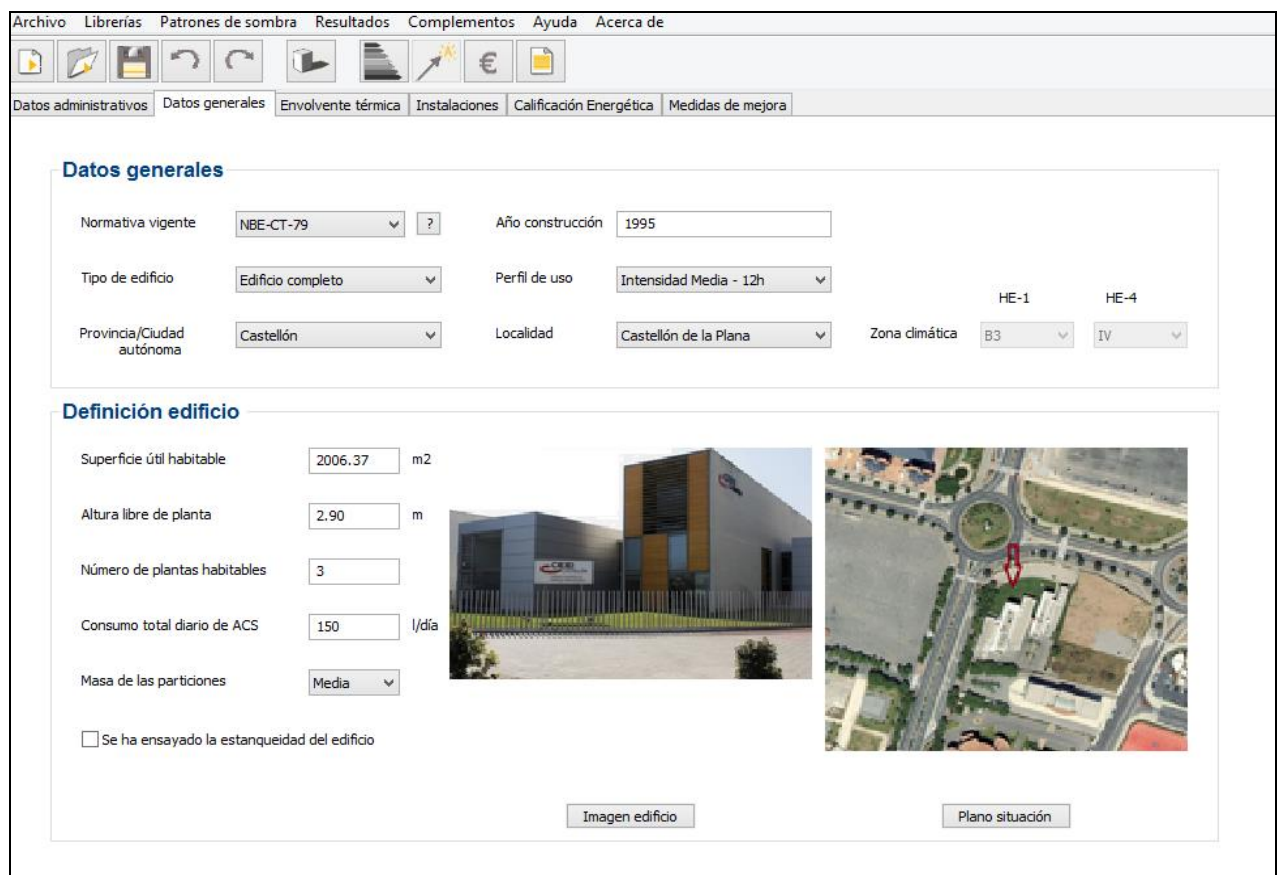
La electricidad es la principal fuente de energética empleada en la instalación, suponiendo el 100% del consumo total de energía.

El edificio tiene una contratación de suministro con AURA Energía, con una tarifa 3.1A a 3 periodos y una potencia contratada de 140 kW para los tres periodos tarifarios. El periodo de análisis de la facturación comprende la facturación eléctrica de todo el año 2013.

Una vez planteadas las medidas correctoras se hará un ajuste de la potencia contratada.

### Introducción datos programa

Los datos analizados anteriormente se introducen en el programa de certificación energética en el apartado de “Datos generales” como tal y como se especifica a continuación.



Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones Calificación Energética Medidas de mejora

#### Datos generales

Normativa vigente: NBE-CT-79 ? Año construcción: 1995

Tipo de edificio: Edificio completo Perfil de uso: Intensidad Media - 12h

Provincia/Ciudad autónoma: Castellón Localidad: Castellón de la Plana Zona climática: B3 HE-1 HE-4 IV

#### Definición edificio

Superficie útil habitable: 2006.37 m2

Altura libre de planta: 2.90 m

Número de plantas habitables: 3

Consumo total diario de ACS: 150 l/día

Masa de las particiones: Media

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Imagen edificio Plano situación

Figura 9: Introducción de datos en el programa CE3X

## 6. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

---

### 6.1 DESCRIPCIÓN ENVOLVENTE TÉRMICA

Los edificios según el Documento Básico HE1 sobre Limitación de demanda energética del Código Técnico de la Edificación, deben disponer de una envolvente térmica de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad del aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor.

Se denomina envolvente térmica el conjunto de todos los cerramientos que limitan los espacios habitables y el ambiente exterior –aire, terreno, otro edificio- y todas las particiones interiores que limitan entre los espacios habitables y los espacios no habitables.

Básicamente se determina las características de la envolvente para determinar la transmitancia térmica de cada uno de los tipos de cerramientos. La transmitancia térmica es la cantidad de energía que atraviesa, en la unidad de tiempo, una unidad de superficie de un elemento constructivo cuando entre dichas caras hay una diferencia de temperatura de 1 grado entre el interior y el exterior.

La transmitancia depende de la resistencia térmica cumpliéndose la siguiente expresión:

$$U = 1 / (R_t * A)$$

Se determina a partir de la conductividad térmica de los materiales que lo componen y también tiene muy en cuenta el espesor de los mismos. El aislamiento es mejor cuanto menor sea la U y se mide en  $W/m^2K$ .

Por lo tanto, el primer paso para determinar la transmitancia térmica de la envolvente térmica es desglosar los cerramientos en los distintos tipos de materiales que lo componen.

Cabe destacar que el año de construcción del edificio es del 1995, por lo que le es de aplicación la normativa anterior al código técnico de la Edificación vigente en la actualidad, rigiéndose por tanto por la norma "NBE-CTE-70".

### **MUROS Y FACHADAS**

Se distinguen tres tipos de cerramientos distintos en la envolvente térmica del edificio:

#### **-FACHADA 1: MURO CARAVISTA:**

El muro Caravista está formado por el siguiente conjunto de materiales:

<b>TIPOLOGÍA</b>	<b>MURO CARAVISTA</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>R (m<sup>2</sup> K/W)</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>K (W/mK)</b>
Fábrica de ladrillo caravista	0,151	0,15	0,991
Enfoscado de mortero	0,025	0,02	0,8
PUR Proyección con hidrofluorcarbono	1,607	0,045	0,028
Fábrica de ladrillo panal	0,151	0,15	0,991
Enlucido de yeso	0,067	0,02	0,3
Resistencia total	2,001	m <sup>2</sup> k/W	

Presentando una resistencia total del cerramiento de 2 m<sup>2</sup> k/W, siendo la transmitancia del mismo de 0.5W/m<sup>2</sup>K



Figura 10: Cerramiento fachada caravista

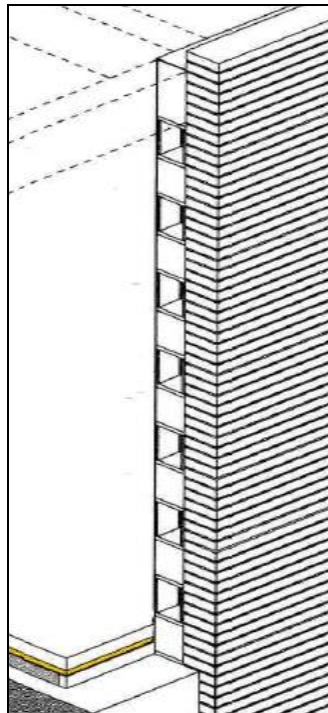


Figura 11: Volumetría sección constructiva muro caravista

El ladrillo caravista se encuentra en gran parte de las fachadas Este y Oeste siendo la superficie construida de las misma la detallada a continuación.

<b>NOMENCLATURA</b>	<b>ORIENTACIÓN FACHADA</b>	<b>SUPERFICIE CONSTRUIDA (m<sup>2</sup>)</b>
ESTE_E2	ESTE	325,23
OESTE_O2	OESTE	390,38

### Introducción de datos

ESTE\_E2

**Muro de fachada**

Nombre: ESTE\_E2      Zona: Edificio Objeto

*Dimensiones*

Superficie: 325.23 m<sup>2</sup>  
 Longitud:      m  
 Altura:      m

*Características*

Orientación: Este  
 Patrón de sombras: Patrón de sombras Fachada ESTE

*Parámetros característicos del cerramiento*

**Propiedades térmicas** Conocidas      Transmitancia térmica: 0.46 W/m<sup>2</sup>K

Transmitancia térmica      W/m<sup>2</sup>K      Masa/m<sup>2</sup>      kg/m<sup>2</sup>

Librería cerramientos: Muro caravista

OESTE\_O2

**Muro de fachada**

Nombre: OESTE\_O2      Zona: Edificio Objeto

*Dimensiones*

Superficie: 390.38 m<sup>2</sup>  
 Longitud:      m  
 Altura:      m

*Características*

Orientación: Oeste  
 Patrón de sombras: Sin patrón

*Parámetros característicos del cerramiento*

**Propiedades térmicas** Conocidas      Transmitancia térmica: 0.46 W/m<sup>2</sup>K

Transmitancia térmica      W/m<sup>2</sup>K      Masa/m<sup>2</sup>      kg/m<sup>2</sup>

Librería cerramientos: Muro caravista

**-FACHADA 2: MURO PRODEMA:**

Se trata de fachadas ventiladas acabadas con paneles contrachapados fenólicos especialmente recubiertos para soportar las inclemencias del tiempo de la marca Prodema Eyong.

TIPOLOGÍA	MURO PRODEMA			
	MATERIAL	R (m <sup>2</sup> K/W)	Espesor (m)	K(W/mK)
	Panel contrachapado fenólico	0,083	0,02	0,24
	Cámara de aire	0,169	-	-
	PUR proyección con CO <sub>2</sub>	1,286	0,045	0,035
	Fábrica de bloque de hormigón	0,19	0,14	0,737
	Enlucido de yeso	0,05	0,02	0,4
	Resistencia total	1,778	m2 k/W	

La transmitancia térmica del muro prodema la obtendremos realizando la inversa de la resistencia térmica total.

$$U = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$$

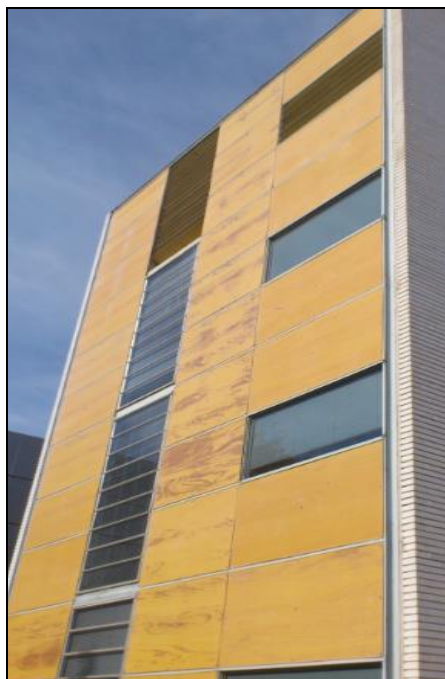


Figura 12: Cerramiento fachada prodema



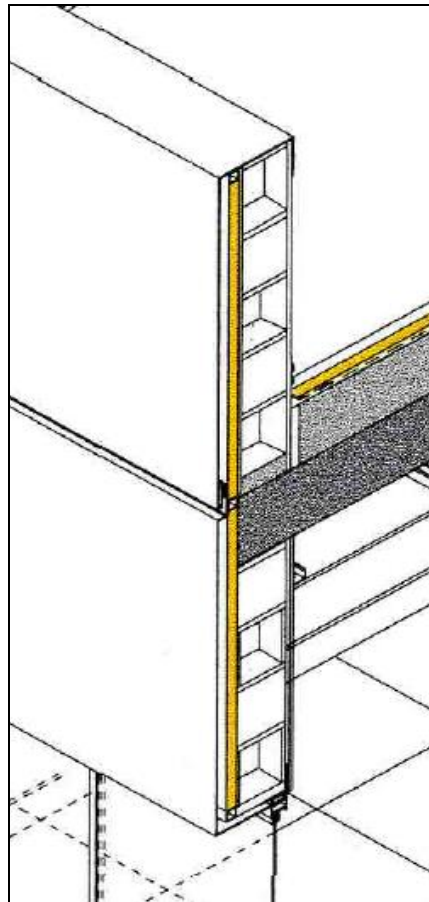


Figura 13: Volumetría sección constructiva muro prodema

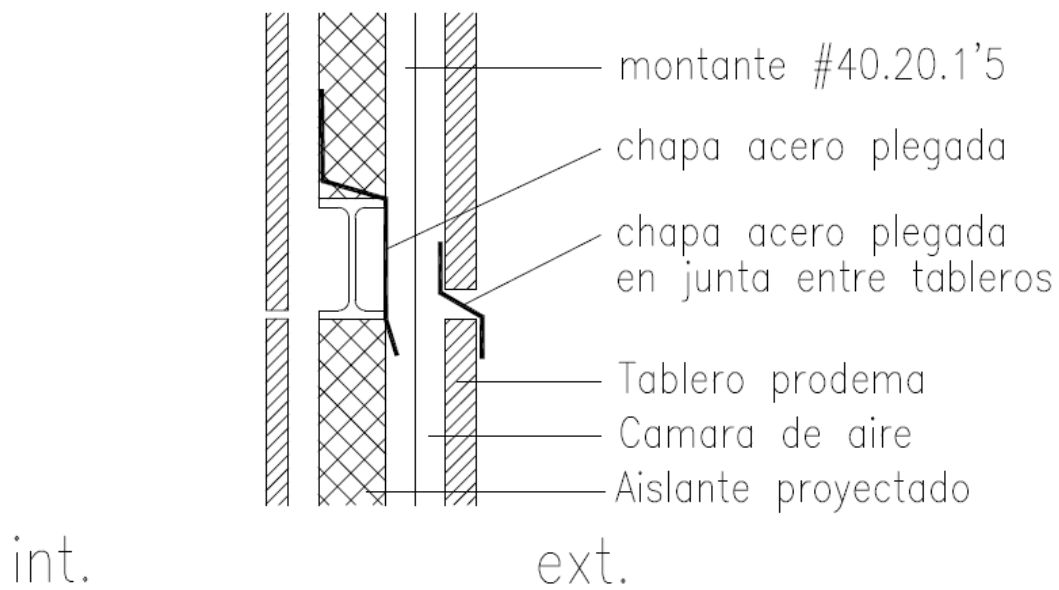


Figura 14: Sección constructiva muro prodema

En la siguiente tabla se detalla la superficie construida en esta tipología de muro y sus orientaciones:

NOMENCLATURA	ORIENTACIÓN FACHADA	SUPERFICIE CONSTRUIDA
SUR_S1	SUR	100,83
NORTE_N1	NORTE	101,81

### Introducción de datos

SUR\_S1

**Muro de fachada**

Nombre:  Zona:

*Dimensiones*

Superficie:  m<sup>2</sup>  
 Longitud:  m  
 Altura:  m


*Características*

Orientación:   
 Patrón de sombras:

*Parámetros característicos del cerramiento*

**Propiedades térmicas**  *Transmitancia térmica*  W/m<sup>2</sup>K

Transmitancia térmica  W/m<sup>2</sup>K Masa/m<sup>2</sup>  kg/m<sup>2</sup>

Librería cerramientos  

NORTE\_N1

**Muro de fachada**

Nombre:  Zona:

*Dimensiones*

Superficie:  m<sup>2</sup>  
 Longitud:  m  
 Altura:  m


*Características*

Orientación:   
 Patrón de sombras:

*Parámetros característicos del cerramiento*

**Propiedades térmicas**  *Transmitancia térmica*  W/m<sup>2</sup>K

Transmitancia térmica  W/m<sup>2</sup>K Masa/m<sup>2</sup>  kg/m<sup>2</sup>

Librería cerramientos  

### **-FACHADA 3: MURO ALUCOBOND**

Se trata de una fachada ventilada acabada con alucobond. El alucobond es un material compuesto ligero de dos láminas cubiertas de aluminio y un núcleo de plástico.

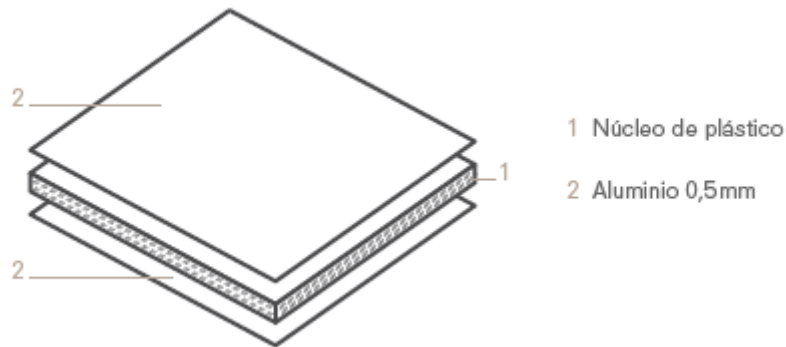


Figura 15: Detalle material alucobond

La fachada está compuesta de los siguientes materiales:

<b>TIPOLOGÍA</b>	<b>MURO ALUCOBOND</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>R (m<sup>2</sup> K/W)</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>K (W/mK)</b>
Aluminio	0	0,005	230
polietileno de baja densidad	0,028	0,0092	0,33
Aluminio	0	0,002	230
Enfoscado de mortero	0,025	0,02	0,8
Fábrica de bloque de hormigón	0,19	0,14	0,737
Enfoscado de mortero	0,025	0,02	0,8
Resistencia total	0,268	m2 k/W	

Siendo el tipo de muro con mayor transmitancia térmica del edificio con una  $U=3.73\text{W/m}^2\text{k}$ .



Figura 16: Cerramiento fachada alucobond

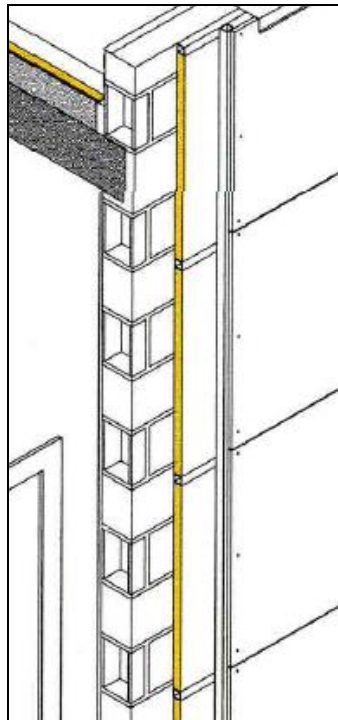


Figura 17: Volumetría sección alucobond

Esta es la fachada con mayor superficie construida de todo el edificio, estando presente en todas las orientaciones.

<b>NOMENCLATURA</b>	<b>ORIENTACIÓN FACHADA</b>	<b>SUPERFICIE CONSTRUIDA</b>
SUR_S2	SUR	175,8
NORTE_N2	NORTE	104,18
ESTE_E1	ESTE	256,85
OESTE_O1	OESTE	372,06

### Introducción de datos

SUR\_S2

#### Muro de fachada

Nombre

Zona

*Dimensiones*

Superficie  m<sup>2</sup>

Longitud  m

Altura  m

*Características*

Orientación

Patrón de sombras

*Parámetros característicos del cerramiento*

**Propiedades térmicas**  Transmitancia térmica  W/m<sup>2</sup>K

Transmitancia térmica  W/m<sup>2</sup> Masa/m<sup>2</sup>  kg/m<sup>2</sup>

Librería cerramientos

NORTE\_N2

#### Muro de fachada

Nombre

Zona

*Dimensiones*

Superficie  m<sup>2</sup>

Longitud  m

Altura  m

*Características*

Orientación

Patrón de sombras

*Parámetros característicos del cerramiento*

**Propiedades térmicas**  Transmitancia térmica  W/m<sup>2</sup>K

Transmitancia térmica  W/m<sup>2</sup> Masa/m<sup>2</sup>  kg/m<sup>2</sup>

Librería cerramientos

## ESTE\_E1

### Muro de fachada

Nombre

*Dimensiones*

Superficie  m<sup>2</sup>

Longitud  m

Altura  m

Zona

*Características*

Orientación

Patrón de sombras

*Parámetros característicos del cerramiento*

**Propiedades térmicas**  Transmitancia térmica  W/m<sup>2</sup>K

Transmitancia térmica  W/m<sup>2</sup>K    Masa/m<sup>2</sup>  kg/m<sup>2</sup>

Librería cerramientos

## OESTE\_O1

### Muro de fachada

Nombre

*Dimensiones*

Superficie  m<sup>2</sup>

Longitud  m

Altura  m

Zona

*Características*

Orientación

Patrón de sombras

*Parámetros característicos del cerramiento*

**Propiedades térmicas**  Transmitancia térmica  W/m<sup>2</sup>K

Transmitancia térmica  W/m<sup>2</sup>K    Masa/m<sup>2</sup>  kg/m<sup>2</sup>

Librería cerramientos

Estas son las tres tipologías distintas que tenemos en el edificio. En la tabla siguiente tenemos un pequeño resumen de los m<sup>2</sup> construidos totales de cada cerramiento:

TIPOLOGÍA DE MURO	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m <sup>2</sup> )
CARAVISTA	715,61
PRODEMA	202,64
ALUCOBOND	908,89

## SUELO

Se incluyen en este apartado todos aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el terreno, con un espacio habitable o con el aire.

En este caso en concreto se considerará un suelo en contacto con el terreno y con una profundidad > de 0.5m puesto que existe un sótano en la edificación.

Los datos se obtendrán por defecto ya que no se han podido conseguir datos relativos a su composición.

### Introducción de datos

#### Suelo en contacto con el terreno

<p>Nombre <input style="width: 80%;" type="text" value="Suelo"/></p> <p><i>Dimensiones</i></p> <p>Superficie <input style="width: 60%;" type="text" value="1096"/> m<sup>2</sup></p> <p>Longitud <input style="width: 40%;" type="text"/></p> <p>Anchura <input style="width: 40%;" type="text"/></p>	<p>Zona <input style="border: none; background-color: #e0e0e0; font-size: small; padding: 2px 5px;" type="text" value="Edificio Objeto"/></p> <p><i>Características</i></p> <p>Profundidad <input type="radio"/> Menor o igual que 0.5 m</p> <p><input checked="" type="radio"/> Mayor que 0.5 m <input style="width: 40%;" type="text" value="2.44"/> m</p>
<p><i>Parámetros característicos del cerramiento</i></p> <p>Propiedades térmicas <input style="border: none; background-color: #e0e0e0; font-size: small; padding: 2px 5px;" type="text" value="Por defecto"/></p> <p style="text-align: right;">Transmitancia térmica <input style="width: 40%;" type="text" value="1.0"/> W/m<sup>2</sup>K</p>	

## CUBIERTAS

Como cubiertas se entienden aquellos cerramientos en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60º respecto a la horizontal.

Se especificará una cubierta plana transitable determinada por defecto y con una superficie de 1.096m<sup>2</sup>.

### Introducción de datos

#### Cubierta en contacto con el aire

Nombre <input style="width: 90%;" type="text" value="Cubierta con aire"/>	Zona <input style="width: 90%;" type="text" value="Edificio Objeto"/>
<i>Dimensiones</i>	
Superficie <input style="width: 80%;" type="text" value="1096"/> m <sup>2</sup>	<i>Características</i>
Longitud <input style="width: 40%;" type="text"/>	Patrón de sombras <input style="width: 90%;" type="text" value="Sin patrón"/>
Anchura <input style="width: 40%;" type="text"/>	
<i>Parámetros característicos del cerramiento</i>	
Propiedades térmicas <input style="width: 90%;" type="text" value="Por defecto"/>	Transmitancia térmica <input style="width: 40%;" type="text" value="1.4"/> W/m <sup>2</sup> K
Clase de cubierta <input style="width: 90%;" type="text" value="Cubierta plana"/>	

### LUCERNARIOS

En la cubierta plana transitable existe la presencia de varios lucernarios. Hay 8 lucernarios de 1.1x1.1m y un lucernario central de 2.6x2.6m que se encarga del aporte de luz natural a las zonas comunes del edificio.

En la tabla siguiente se detallan sus características técnicas.

Nº	Mult.	Dim. (Cm)	marco	Color	vidrio	%hueco	%crital	% marco	Descripción
L1	8	1,10x1,10	PVC	Blanco	Doble	1,21	0,64	47,11	Anchura 0,30m
L2	1	2,60x2,60	PVC	Blanco	Doble				Anchura 0,80m



Figura 18: Fotografía lucernario central



## Introducción de datos

L1

### Hueco/Lucernario

Nombre:

Cerramiento asociado:       Orientación:

*Dimensiones*

Longitud:  m

Altura:  m

Multiplicador:

Superficie:  m<sup>2</sup>

Porcentaje de marco:  %

*Características*

Permeabilidad del hueco:   m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>

Absortividad del marco:

Dispositivo de protección solar

Patrón de sombras:

Doble ventana

*Parámetros característicos del hueco*

**Propiedades térmicas**

Tipo de vidrio:       *U vidrio*  W/m<sup>2</sup>K

Tipo de marco:       *g vidrio*

*U marco*  W/m<sup>2</sup>K

L2

### Hueco/Lucernario

Nombre:

Cerramiento asociado:       Orientación:

*Dimensiones*

Longitud:  m

Altura:  m

Multiplicador:

Superficie:  m<sup>2</sup>

Porcentaje de marco:  %

*Características*

Permeabilidad del hueco:   m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>

Absortividad del marco:

Dispositivo de protección solar

Patrón de sombras:

Doble ventana

*Parámetros característicos del hueco*

**Propiedades térmicas**

Tipo de vidrio:       *U vidrio*  W/m<sup>2</sup>K

Tipo de marco:       *g vidrio*

*U marco*  W/m<sup>2</sup>K

## HUECOS

Uno de los puntos clave en la envolvente térmica de un edificio y que influyen de manera decisiva en la demanda energética son los huecos y ventanas. Están formados por la carpintería y el vidrio.

Estos se definen como puntos singulares de especial riesgo ya que si no están bien aislados pueden presentar ineficiencias que aumente por tanto la transmitancia térmica y producir pérdidas de calor innecesarias.

Los huecos de este edificio están formados en su mayoría por carpinterías metálicas sin roturas del puente térmico (RTP).

En la tabla siguiente se adjuntan las características técnicas de los huecos de cada una de las fachadas estudiadas.

Nº	Fachada	Mult.	Dim.(Cm)	marco	Color	% hueco	%cristal	% marco
P1	SUR	2	3,70x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	11,31	0	100,00
P2	SUR	1	2,30x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	6,99	6,46	7,58
P5	ESTE	2	2,68x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	8,15	0	100,00
P4	NORTE	4	2,30x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	6,99	6,46	7,58
P3	OESTE	1	1,77x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	5,2	4,8	7,69
V1	SUR	4	1,57x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	4,77	3,96	16,98
V2	SUR	3	1,45x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	4,42	3,6	18,55
V3	SUR	3	2,14x1,06	Metálico sin RTP	Gris claro	2,26	1,95	13,72
V4	SUR	2	3,20x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	9,72	9,11	6,28
V5	ESTE	9	1,38x1,38	Metálico sin RTP	Gris claro	1,9	1,63	14,21
V6	ESTE	4	1,15x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	3,52	2,79	20,74
V7	NORTE	3	1,52x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	4,62	4,17	9,74
V8	NORTE	1	3,20x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	9,72	9,11	6,28
V9	NORTE	2	3,72x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	11,33	10,64	6,09
V10	NORTE	2	1,57x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	4,77	3,96	16,98
V11	SUR	3	2,30x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	6,99	6,46	7,58
V12	ESTE	2	2,68x3,04	Metálico sin RTP	Gris claro	8,15	7,54	7,48
V13	OESTE	1	2,00x6,56	Metálico sin RTP	Gris claro	13,12	11,84	9,76
V14	OESTE	2	7,78x1,03	Metálico sin RTP	Gris claro	8,01	7,14	10,86

Tabla 4: Características técnicas huecos envolvente térmica

En el anexo III, “Características técnicas de los huecos” se incluyen todas las características técnicas de los huecos así como a la fachada a la que pertenecen.

### **Parámetros característicos del hueco**

Las propiedades térmicas de los huecos se estimarán en función del tipo de vidrio y marco, que como se puede observar en la tabla anterior será metálico sin rotura del puente térmico.

### **Permeabilidad del hueco**

Otro aspecto importante a tener en cuenta a la hora de analizar en profundidad los huecos será la permeabilidad al aire de puertas y ventanas.

El CTE define la permeabilidad al aire, como la propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m<sup>3</sup>/h, en función de la diferencia de presiones. Es un parámetro que afecta al confort térmico de los espacios habitables.

En el DB H1 del CTE, se recogen los valores mínimos de permeabilidad al aire de huecos en la envolvente térmica:

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno <sup>(1)</sup> [W/m <sup>2</sup> ·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m <sup>2</sup> ·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos <sup>(2)</sup> [W/m <sup>2</sup> ·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos <sup>(3)</sup> [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

Tabla 5: Transmitancia térmica máxima y permeabilidad del aire

La nota 3 del documento que afecta a la permeabilidad al aire de hueco, está redactada de la siguiente manera: La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa, y sus valores son más exigentes en las zonas C, D y E.

En nuestro caso pertenecemos a la zona B, por lo que se nos exige que la permeabilidad sea menor de  $50\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ . En el mapa que aparece a continuación, se muestra la distribución de zonas climáticas de invierno:



Figura 19: Distribución zonas climáticas de invierno

El DB HE1, también añade que la permeabilidad al aire de los huecos debe de considerarse para el conjunto formado por marco y vidrio, incluyendo el efecto de los aireadores de ventilación en el caso que los incorpore.

Por último, cabe destacar que según la norma UNE EN 12207:2000, una de las características de los huecos, como ya se ha comentado es la permeabilidad del aire en  $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ , que la norma establece por clases:

Clase	Permeabilidad al aire a $100\text{ Pa m}^3/\text{hora} \cdot \text{m}^2$	Presión máxima de ensayo Pa
0	Sin ensayar	Sin ensayar
1	$\leq 50$	150
2	$\leq 27$	300
3	$\leq 9$	600
4	$\leq 3$	600

Tabla 6: Permeabilidad al aire y presión en función de la clase de vidrio

Tiendo en cuenta todo esto, diremos que la permeabilidad es fundamental para la definición y clasificación de las ventanas en el procedimiento de certificación energética.

El programa CE3x nos da la opción de definir la estanqueidad del hueco mediante tres opciones seleccionables:

-Poco estanco. Si la ventana es tipo corredera o bien presenta rendijas con infiltraciones de aire.

-Estanco. Si no se observan infiltraciones (burletes, cierre hermético muy común en ventanas de hoja batiente, etc...).

-Valor conocido. En el caso de ventanas en buen estado y que sepamos la clase de ventana anteriormente descrita.

Al no tener conocimiento de las características técnicas de las clases de vidrios ni carpinterías empleadas tendremos que definir la permeabilidad según el hueco sea estanco o poco estanco. Aunque no hay existencia de puertas ni ventanas correderas, sí que la mayoría presentan infiltraciones de aire por lo que serán definidas como poco estancas.

Para concluir diremos que la absorptividad del marco para la radiación solar, se define en función del color del mismo. En todos los casos oscila entre el gris claro y el gris medio (0.4-0.65).

### Introducción de datos

A modo de ejemplo especificaremos la introducción de datos de un hueco, repitiéndose el procedimiento del mismo modo en todos los restantes.

## SUR\_S1\_V2

### Hueco/Lucernario

Nombre: SUR\_S1\_V2

Cerramiento asociado: SUR\_S1

Orientación: Sur

**Dimensiones**

Longitud: 1.45 m

Altura: 3.04 m

Multiplicador: 3

Superficie: 13.22 m<sup>2</sup>

Porcentaje de marco: 18.55 %

**Características**

Permeabilidad del hueco: Poco estanco 100 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>

Absortividad del marco: 0.4

Dispositivo de protección solar

Patrón de sombras: Patrón de sombras SUR\_Seg

Doble ventana

**Parámetros característicos del hueco**

Propiedades térmicas: Estimadas

Tipo de vidrio: Doble

Tipo de marco: Metálico sin RPT

<i>U vidrio</i>	3.3	<i>W/m<sup>2</sup>K</i>
<i>g vidrio</i>	0.75	
<i>U marco</i>	5.7	<i>W/m<sup>2</sup>K</i>

## 6.2 DEFECTOS E IRREGULARIDADES

Entre los defectos e irregularidad más significativos que se han podido observar en la edificación tenemos la gran presencia de puentes térmicos.

Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados... lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia respecto al resto de los cerramientos.

Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías. En la envolvente de edificio a estudiar existe la presencia de numerosos puentes térmicos:

- Grandes puertas de chapa en los módulos de la planta baja que no ajustan al cerrar, dejando grandes huecos.
- Puentes térmicos significativos debido a las vigas y jambas de puertas y ventanas que no se ajustan bien y no presentan aislamiento térmico.
- Cristales sencillos un solo cristal.

La envolvente del edificio presenta una geometría material compleja donde, en múltiples puentes térmicos, desaparece la composición de capas paralelas de los materiales, produciendo un flujo de calor donde hay este tipo de discontinuidades. Los efectos producidos en estas zonas son:

-La densidad del flujo de calor es relativamente elevada, por lo tanto se producen un “puente de calor” con un efecto negativo para el uso racional de la energía.

-Si disminuye la temperatura superficial del cerramiento, se produce un “puente frío” que puede originar condensación o desarrollo de moho.



*Figura 20: Cerramientos exteriores*



*Figura 21: Carpintería metálica*



*Figura 22: Puente térmico*



*Figura 23: Carpintería metálica*

También hay que hacer especial hincapié en la tipología de vidrios utilizada. La envolvente exterior del edificio tiene una superficie considerable de huecos, de los cuales, solo los pertenecientes a los despachos del personal interno del CEEI son dobles. Además, hay que añadir que la mayoría son poco estancos y presentan una permeabilidad de clase 1 por ser demasiado elevada.



## 7. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

---

La iluminación juega un papel fundamental en el desarrollo de las actuales actividades sociales, comerciales e industriales. La tecnología ha evolucionado a sistemas de alumbrado capaces de adaptarse a las exigencias actuales ya que, a su vez, son más eficientes energéticamente.

La iluminación representa en muchos edificios un porcentaje elevado del consumo eléctrico. Así, el porcentaje de energía eléctrica dedicado a iluminación puede llegar a alcanzar en algunos casos más del 50%.

Por tanto, existe un gran potencial de ahorro, energético y económico, alcanzable mediante el empleo de equipos eficientes, unido al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del local a iluminar.

A la hora de analizar este capítulo es conveniente conocer el CTE-HE3, Eficiencia Energética de la Instalaciones de Iluminación, así como la Norma Europea UNE-EN 12464-1 en la que se especifican los requisitos de iluminación para las personas en el interior de su lugar de trabajo, de cara a satisfacer sus necesidades de confort y rendimientos visual, permitiendo crear ambientes agradables para los usuarios de las instalaciones.

Según dicha normativa, un buen alumbrado de un edificio de oficinas será aquel que proporcione la luz adecuada, durante el tiempo adecuado y en el lugar adecuado. Esto hará que los trabajadores que se encuentren en él, puedan realizar su trabajo eficientemente y sin grandes esfuerzos o fatigas visuales. Además, un buen alumbrado puede realzar un ambiente agradable y contribuir a la creación de atmósferas diferentes, adecuadas a las múltiples tareas que hoy día se llevan a cabo en las oficinas.

Los requisitos de iluminación son determinados por la satisfacción de tres necesidades humanas básicas:

- **Confort visual:** En el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de productividad.
- **Prestaciones visuales:** En el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante períodos de tiempo más largos.
- **Seguridad.**

En la tabla siguiente se establece la relación entre el tipo de actividad de su lugar de trabajo y los requisitos de iluminación que establece la norma:

TIPO DE DEPENDENCIA O ACTIVIDAD	IL. MEDIA HORIZONTAL ( $E_m$ )	CALIDAD AL DESLUMBRAMIENTO	REPRODUCCIÓN CROMÁTICA $R_a$
Recepción	150	22	70
Vestíbulo	200	22	70-85
Sala conferencias	500	19	70-85
Entrada sala reuniones	200	22	70-85
Escalera	150	22	70-85
Despacho	500	19	70-85
Aseos	150	25	70-85
Almacén	100	25	70
Pasillos	150	22	70-85
Salón de actos	300	22	70-85
Office	200	22	70-85

Tabla 7: Requisitos de iluminación establecidos por la norma UNE 12464-1

En donde:

- En la primera columna se recoge las (áreas) interiores, tareas o actividades, para las que están dados los requisitos específicos. Si el (área) interior, tarea o actividad particular no está recogida deberían adoptarse los valores dados para una situación similar, comparable.
- En la segunda columna se representa la Iluminancia media  $E_m$  en la superficie de referencia para el (área) interior, tarea o actividad dada en la columna 2. La

iluminancia media para cada tarea no debe caer del valor en tablas para cada área, independientemente de la edad y estado de la instalación. La iluminancia mantenida puede ser disminuida en circunstancias inusuales o aumentada en circunstancias críticas.

- En la tercera columna se especifica lo que la C.I.E (Comisión Internacional de Iluminación) define en la publicación 117 de 1995 el llamado Índice de deslumbramiento unificado para establecer el deslumbramiento directo en cada aplicación específica en función de la disposición de las luminarias, características del ambiente y del punto de observación de los operadores.

Para poder realizar las tareas sin errores y de modo confortable, es necesario controlar los posibles deslumbramientos dentro del campo de visión. El deslumbramiento directo se mantendrá dentro de límites aceptables si se controla el grado de deslumbramiento molesto.

Los valores UGR están comprendidos entre 10 y 30 separados por 3 unidades (10, 13, 16, 19, 22, 25 y 28), y deben buscarse en las dos direcciones de vista (transversal y longitudinal con respecto a la luminaria): cuanto más bajo es el valor, menor es el deslumbramiento directo.

La norma europea para la iluminación de los lugares de trabajo interiores la UNE 12464-1 requiere un valor UGR para cada aplicación, en sustitución de las 5 clases de calidad (A-B-C-D-E) que hasta ahora se utilizaban para establecer la idoneidad de la luminaria.

- Y por último, en la última columna se tiene en cuenta otro factor que es el rendimiento de color de una lámpara que es una medida de calidad de reproducción de los colores. Se mide mediante el índice de rendimiento de color (IRC o RA) que compara una muestra normalizada de colores iluminada primeramente con una lámpara y posteriormente con una luz de referencia.

Mientras más alto sea el valor de IRC mejor será la reproducción del color, pero menor será la eficiencia y más alto el consumo energético.

A continuación se presenta una tabla con el aspecto cromático y el rendimiento de color:

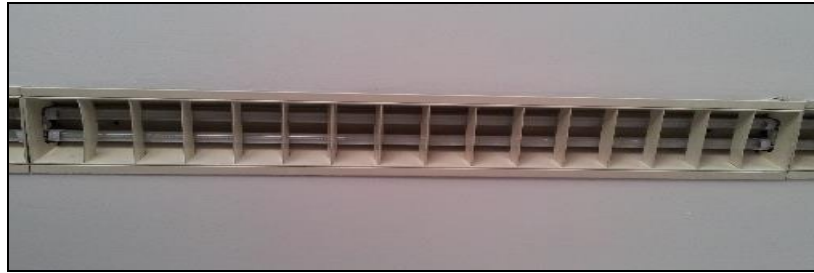
Grupo Rendimiento Color	Índice Rendimiento Color (IRC)	Apariencia de color	Aplicaciones
1	IRC > 85	Fría	Industria textil, fábricas de pinturas, imprenta..
		Intermedia	Escaparates, tiendas, hospitales
		Cálida	Hogares, hoteles, restaurantes
2	70 < IRC < 85	Fría	Oficinas, escuelas (climas cálidos)
		Intermedia	Oficinas, escuelas (climas templados)
		Cálida	Cálida Oficinas, escuelas, grandes almacenes (climas fríos)
3	Lámparas con IRC < 85 pero con propiedades en RC aceptables para uso en local de trabajo		Interiores donde la discriminación cromática no es de gran importancia
S (especial)	Lámparas con RC fuera de lo normal		Aplicaciones especiales

Tabla 8: Aspecto cromático en función del rendimiento de color

### 7.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN EXISTENTE.

La mayoría de la iluminación del edificio se consigue mediante pantallas de fluorescentes tubulares lineales (T8) de 26mm. de diámetro equipo formado por dos balastos electromagnéticos e altas pérdidas empotradas en el cielo raso.

Las lámparas fluorescentes son fuentes de descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión, en las que la luz se genera por el fenómeno de la luminiscencia. La longitud del tubo varía según la potencia y en ambos extremos se sitúan los electrodos.



*Figura 24: Pantalla formada por tubos fluorescentes T8 2x36W*



*Figura 25: Pantalla formada por tubos fluorescentes T8 2x58W*



*Figura 26: Pantalla formada por tubos fluorescentes T8 4x18W*

También existen luminarias Down light situadas en aseos y zonas comunes.



*Figura 27: Bombilla Down light 11W*

En el Anexo I, “Instalación de iluminación” se detalla un inventario de iluminación tanto interior como de la zona exterior del edificio.

**-EQUIPOS AUXILIARES:**

Son los equipos electrónicos asociados a la lámpara y por tanto diferentes para cada tipo de lámpara, no obstante, con carácter general, los equipos auxiliares más comunes son los balastos, arrancadores y condensadores.

El balasto es el componente que limita el consumo de corriente de la lámpara a sus parámetros óptimos; cuando el balasto es electromagnético comúnmente se le conoce como reactancia, ya que es frecuente el uso de inductancias como dispositivo de estabilización.

El balasto asociado a la lámpara o lámparas, deben proporcionar a éstas los parámetros de trabajo dentro de los límites de funcionamiento establecidos en las normas y con las menores pérdidas de energía posibles.

Desde el punto de vista de la eficiencia energética existen tres tipos de balastos con las siguientes pérdidas sobre la potencia de la lámpara, según tipo de lámpara, número de lámparas asociadas al equipo y potencia de las mismas.

Tipo de lámpara	Magnético estándar	Magnéticos bajas pérdidas	Electrónico
Fluorescencia	20-25%	14-16%	8-11%
Descarga	14-20%	8-12%	6-8%
Halógenas baja tensión	15-20%	10-12%	5-7%

*Tabla 9: Características diferentes tipos de balastos*

La ventaja de los balastos electrónicos es la mayor eficacia de la lámpara, pérdidas de balastos reducidas y balastos más pequeños y ligeros con respecto a los balastos electromagnéticos.

Los tubos fluorescentes T8 instalados en la actualidad, presentan un balasto electromagnético. Como hemos comentado anteriormente, este equipo auxiliar aparte de provocar un innecesario aumento del consumo con respecto a otros, consume energía reactiva con lo que puede ser sustituido por nuevas tecnologías existentes que ofrecen los mismos niveles lumínicos pero que presentan mucho ahorro en el consumo, tales como la tecnología T5 y la tecnología LED.

Las condiciones de conservación o mantenimiento de la instalación también configuran un factor de gran incidencia en el resultado final debido al grado de depreciación que sufren con el tiempo: las lámparas sufren pérdidas en el flujo luminoso emitido, ya sea por envejecimiento, acumulación de polvo sobre la superficie, efectos de temperatura... además, las pantallas reflectoras de las luminarias pierden eficiencia y las paredes se ensucian y disminuyen su poder reflectante.

La estimación de este coeficiente debe hacerse teniendo en cuenta diversos factores relativos a la instalación, tales como el tipo de luminaria, grado de polvo existente en el local a iluminar, tipo de luminarias, número de limpiezas anuales y frecuencia en la reposición de lámparas defectuosas.

En nuestro caso, se ha determinado que las condiciones ambientales son normales y que el intervalo de mantenimiento es anual.

### **Valor de la eficiencia energética de la Instalación VEEI**

Como criterio general en cuanto a la aplicación del Código Técnico de Edificación (CTE) dentro de este ámbito, recordemos que el Documento Básico HE-3 que trata sobre la eficiencia energética de las instalaciones de alumbrado, determina su aplicación preceptiva en los casos siguientes:

- Edificios de nueva construcción.
- Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil de más de 1.000 m<sup>2</sup>, donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
- Reformas de locales comerciales y edificios de uso administrativo donde se renueve la instalación de alumbrado.

El principal parámetro a tener en cuenta para determinar un uso adecuado de la luz en cada zona es el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación de Iluminación (VEEI).

Como le es de aplicación el CTE podemos decir que la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>) por cada 100lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{(P * 100)}{(S * Em)}$$

Siendo:

- P la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar (W).
- S la superficie iluminada (m<sup>2</sup>).
- Em la iluminancia media mantenida (Lux).

Para este valor se establecen unos valores mínimos, diferenciándose en los edificios dos tipos de zonas: las de representación y las de no representación.

Se entiende por zonas de representación aquellas donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se requiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Por el contrario, las zonas de no representación son aquellas donde los criterios como el nivel de iluminación, confort visual, seguridad y eficiencia energética son más importantes que cualquier otro criterio.

Para poder realizar el cálculo de VEEI de la instalación, hemos tomado como referencia los valores de Iluminancia media (Em) que se especifican en la tabla 2.1 del DB HE3 Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación, así como también los valores



aportados por la “Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación-Oficinas” realizado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, Instituto para la diversificación y el Ahorro (IDAE) y el Comité Español de Iluminación.

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

Tabla 10: Valores VEEI máximos en zonas de no representación

En el alumbrado de oficinas, la cantidad de luz se especifica en términos de iluminancias y normalmente de la iluminancia media ( $E_m$ ) a la altura del plano de trabajo.

Para establecer los valores de la iluminancia media en un plano (En el caso de oficinas, uno de los planos sobre los que se estudia este nivel medio es el plano de trabajo de las mesas, por lo tanto, un plano horizontal paralelo al suelo y a una altura de 0.85m), se tomarán medidas de iluminación en un número determinado de puntos distribuidos simétricamente sobre el plano en cuestión y posteriormente se realizará la media aritmética de estas medidas. Se establece el número de puntos a tomar en función del índice del local, un número que representa la geometría del local, cuya fórmula es:

$$VEEI = \frac{(L * A)}{h * (L + A)}$$

Donde la L y A es la longitud y anchura del recinto y h la altura de la luminaria sobre el plano de trabajo.

El número de puntos mínimos es:

- ❖  $K < 1$                       Número de puntos = 4
- ❖  $1 < K < 2$                     Número de puntos = 9
- ❖  $2 < k < 3$                     Número de puntos = 16
- ❖  $k > 3$                         Número de puntos = 25

Con ello se pretende asegurar, que no se va a tener una información errónea al hacer el sumatorio de los niveles de iluminación.

Por tanto, los parámetros mínimos de cálculo que se tienen que obtener para cada zona son:

- Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)
- Iluminancia media mantenida en el plano de trabajo (Em)

Para poder realizar dicho cálculo hemos utilizado un software para la planificación de la iluminación de los varios que hay en el mercado, hemos escogido DIALux ©, por su facilidad en su utilización y disponer de una gran base de datos.

Para estudiar el modelo y tipo de luminaria a instalar, el programa solicita valores como son:

- ❖ Dimensiones del local, geometría y altura del techo.
- ❖ Grado de reflexión de los techos, paredes y suelos. En nuestro caso son unos niveles de 90%, 47%, 83%.
- ❖ Factor de degradación, que se refiere al grado de degradación de las lámparas dependiendo del ambiente en el que se encuentran. (En nuestro caso un local con una limpieza normal y un mantenimiento anual).
- ❖ Plano útil y altura de trabajo que se determinará a 0.85m.
- ❖ Montaje de las luminarias. En nuestro caso empotradas en el techo.
- ❖ Selección de luminarias.
- ❖ Distribución geométrica de las luminarias.
- ❖ Parámetros de cálculo.

El programa nos calcula la iluminancia media en el local, la iluminancia mínima, la iluminancia máxima, la uniformidad y demás parámetros necesarios para realizar un análisis exhaustivo de la instalación de iluminación actual.

A continuación se adjuntan una tabla con la Em y la VEEI de cada uno de los locales del edificio sobre los que pretendemos actuar.

Localización	Em UNE	Em	Situación	VEEI CTE	VEEI calculada	Cumplimiento
Despacho 1	500	714	EXCESIVO	3,5	7,0	FALSO
Despacho 2	500	714	EXCESIVO	3,5	7,0	FALSO
Despacho 3	500	714	EXCESIVO	3,5	7,0	FALSO
Despacho 4	500	714	EXCESIVO	3,5	7,0	FALSO
Despacho 5	500	953	EXCESIVO	4	4,17	FALSO
Módulo A	500	533	CORRECTO	3,5	1,87	FALSO
		664	EXCESIVO		4,17	FALSO
Módulo C	500	663	EXCESIVO	3,5	2,53	VERDADERO
Módulo D	500	659	EXCESIVO	3,5	1,72	FALSO
Módulo E	500	664	EXCESIVO	3,5	2,37	FALSO
Despacho 6	500	675	EXCESIVO	3,5	2,80	VERDADERO
Despacho 7	500	675	EXCESIVO	3,5	2,80	VERDADERO
Despacho 8	500	675	EXCESIVO	3,5	2,80	VERDADERO
Módulo G	500	665	EXCESIVO	3,5	2,39	VERDADERO
Módulo H	500	547	CORRECTO	3,5	2,26	VERDADERO
		657	EXCESIVO		2,10	VERDADERO
Módulo J	500	848	EXCESIVO	3,5	2,24	VERDADERO
		611	EXCESIVO		3,04	VERDADERO
Módulo K	500	1101	EXCESIVO	3,5	3,41	VERDADERO
		405	EXCESIVO		4,00	FALSO
Modulo L	500	1.005	EXCESIVO	3,5	3,34	VERDADERO
		452	DEFICIENTE		3,47	VERDADERO
Despacho 9	500	689	EXCESIVO	3,5	3,99	FALSO
Despacho 10	500	689	EXCESIVO	3,5	3,99	FALSO
Despacho 11	500	689	EXCESIVO	3,5	3,99	FALSO
Despacho 12	500	675	EXCESIVO	3,5	4,12	FALSO

Tabla 11: Datos VEEI y Em obtenidos mediante el software Dialux

Aunque los valores de Eficiencia energética (VEEI), cumplen con las exigencias especificadas en el CTE, se observa claramente que es en la Iluminancia media donde

más desproporcionada se encuentra la instalación ya que los valores calculados en cada una de las estancias supera con creces los valores establecidos en la norma UNE 12464-1, suponiendo un despilfarro innecesario en la instalación de iluminación.

## 7.2 CONSUMO ELÉCTRICO.

La iluminación supone uno de los principales puntos de consumo energético de un edificio de oficinas, por lo que cualquier acción dirigida a reducir este consumo tendrá una repercusión substancial en el consumo energético global. Hay que contar además con que los sistemas de iluminación también inciden sobre el consumo global de energía de la oficina a través de la energía disipada por las lámparas en forma de calor, lo cual contribuye a aumentar las temperaturas interiores y, por lo tanto, a incrementar las necesidades de refrigeración en época de verano.

Desde el punto de vista energético y medioambiental, podemos destacar que el peso específico de la iluminación respecto al consumo total de energía de una oficina varía entre el 20% y el 40% según zona geográfica donde esté ubicada.

Por tanto, es muy importante la utilización de iluminación eficiente, mediante luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo y lámparas de alta relación lumen/Watio, unidas al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del local a iluminar, lo que permitirá tener unos buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética.

La energía consumida por una instalación de iluminación depende de la potencia del sistema de alumbrado instalado y del tiempo que está en funcionamiento. Ambos aspectos son importantes ya que sus variaciones pueden afectar a la eficiencia energética de la instalación. Es importante conocer el consumo de energía de una instalación cuando se considera el coste-efectividad de medidas para mejorar su eficiencia energética. Tales medidas requerirán una inversión económica, pero reducirán el consumo de energía en el futuro.

Cabe mencionar que existe una diferencia real en lo que se refiere a uso de la iluminación dependiendo del período anual en el que nos encontremos, ya que los tiempos de uso no son los mismos en verano que en invierno tal y como se ha especificado en el apartado correspondiente al horario de funcionamiento del centro. Por tanto, se puede considerar que en verano, coincidiendo con el período vacacional y con la jornada intensiva de los trabajadores habrá menos horas de alumbrado, situación completamente contraria a la de invierno.

También es importante destacar que la iluminación exterior y la correspondiente a los pasillos comunes del edificio se mantiene encendida durante toda la noche por motivos de seguridad, aumentándose considerablemente el consumo eléctrico.

Tras hacer un inventario detallado de las instalaciones de iluminación en el edificio a partir de los modelos de luminarias y la potencia instalada en cada una de ellas, que se detalla en el Anexo I, "Instalación de iluminación", se ha concluido que el consumo existente debido a iluminación es relativamente bajo en comparación al consumo total energético del edificio.

Como se ha podido apreciar en el anexo anteriormente citado, la potencia total instalada en todo el edificio es de 21.456W.

El consumo que produce la instalación en función de esta potencia total instalada y las horas de funcionamiento asciende a un total de 37.965 kW/h.

Destacar que el criterio de potencia utilizado es el de potencia instalada en función del inventario de lámparas que se ha llevado a cabo durante la campaña y que han sido recogidas en las tablas anteriormente citadas.

### Introducción de datos

A modo de ejemplo se introducirán los datos relativos a la iluminación en el despacho uno, repitiéndose el mismo procedimiento en las restantes.

#### Equipos de iluminación

Nombre	<input type="text" value="Despacho 1"/>	Zona	<input type="text" value="Edificio Objeto"/>
<b>Características</b>			
Superficie zona	<input type="text" value="14.85"/>	<input type="text" value="m2"/>	
<b>Eficiencia energética</b>			
<input type="checkbox"/> Zona de representación	Actividad	<input type="text" value="Administrativo en general"/>	
Definir características	<input type="text" value="Conocido(ensayado/justificado)"/>		
Potencia instalada	<input type="text" value="288"/>	<input type="text" value="W"/>	
Iluminancia media horizontal	<input type="text" value="640"/>	<input type="text" value="lux"/>	

## 8. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

---

Otro factor a tener en cuenta en un edificio de oficinas es la calidad del aire interior.

Para evaluar el problema del aire interior es necesario realizar un mantenimiento del sistema que garantice una adecuada calidad del aire.

Hay que prestar especial atención también a las variables de ventilación, puesto que ventilar es renovar y extraer el aire interior de un recinto y sustituirlo por aire nuevo del exterior a fin de evitar su enrarecimiento, eliminando el calor, el polvo, el vapor, los olores y cuanto elemento sea perjudicial para la respiración de los trabajadores siendo un obstáculo para el desarrollo de la actividad a la que se encuentra destinado el local.

Existen determinadas variables que caracterizan la ventilación como son: las renovaciones de aire, el caudal de aire, la edad del aire y la eficacia de la ventilación.

El Reglamento de las Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE) actual obliga a cumplir un conjunto de condiciones de calidad del aire, ya sea para el aire interior, para el aire de renovación e, incluso, para determinar los métodos de extracción utilizado en los edificios.

El sistema de ventilación debe aportar el suficiente caudal de aire exterior para evitar las elevadas concentraciones de contaminantes.

La calidad del aire interior se controla a través de varios parámetros definidos en dicha normativa, como son el PMV (Predicted Mean Vote), que es un parámetro basado en el balance térmico del cuerpo humano en su conjunto con el ambiente que le rodea; el PPD (Percentage People Dissatisfied o Porcentaje de personas insatisfechas) mediante el cual se categorizan los espacios en función a su valor que no debe superar nunca el 25% (si bien hay que tener en cuenta que su valor mínimo será del 5%), y el Bienestar Térmico Local definido por el llamado Balance Térmico (que es la diferencia entre el calor producido y el ganado o perdido).

Para tener unas condiciones adecuadas de calidad, el PMV debe estar comprendido entre los valores de -1 y +1, y el PPD, consecuentemente, se situará en valores inferiores al 25%. Esto nos conduce a la existencia de tres categorías de ambiente térmico que son A, B y C, con valores del PPD inferiores al 6, 10 y 15% respectivamente.

El propio RITE establece cinco categorías del aire interior en función del uso del edificio (IDA) establecido para las oficinas, una calidad IDA 2 (aire de buena calidad). IT.1.1.4.2.2.

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación está fijado en el RITE. Para el caso de oficinas, que corresponden a una categoría IDA de 2, debe de ser de 12,5dm<sup>3</sup> por segundo y persona. Del mismo modo, se fijan también datos de esta aportación expresados por unidad de superficie y corresponden a un valor de 0.83dm<sup>3</sup> por segundo y m<sup>2</sup>.

El aire exterior se debe de introducir debidamente filtrado, aunque quizá los filtros de la Unidad de Tratamiento de Aire (UTA) no eviten la entrada de partículas contaminantes de pequeño diámetro, circunstancia que debería obligar, principalmente en los grandes edificios, a realizar un mantenimiento higiénico continuado por una empresa especializada, ya que esta situación puede afectar a la salud de los usuarios con el consiguiente efecto de bajas laborales.

La calidad del aire exterior para ventilación obtiene la clasificación de ODA2 según la IT 1.1.4.2.4, correspondiente a aire con altas concentración de partículas.

Para la selección de la clase de filtro a emplear se deberán considerar los valores IDA y ODA. Según la tabla siguiente la filtración puede ser de los siguientes tipos:

	<i>IDA 1</i>	<i>IDA 2</i>	<i>IDA 3</i>	<i>IDA 4</i>
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F7/F9	F8/F6	F7/F5	F6/F5
ODA 3	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 4	F7/F8	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 5	F6/GF/F9	F6/GF/F9	F6/F7	G4/F6

*Tabla 12: Tipos de filtración del caudal de ventilación*



Dependiendo de la calidad del aire exterior ODA y del aire interior mínima IDA. El RITE clasifica el aire exterior en tres categorías:

- ODA 1: Aire puro que se ensucia temporalmente.
- ODA 2: Aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.
- ODA 3: Aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y/o de partículas (ODA 3P).

Consideramos la categoría ODA 2 para el aire exterior del local (ciudad). La clase de filtración en función de la calidad IDA 2 del aire interior y de la tabla 1.4.2.5 del RITE, debe ser F8 + F5.

En el caso de realizar un estudio higiénico, se deben tener presentes los parámetros que son necesarios comprobar, y que son de muy distinta clase de índole pues pueden ser de naturaleza física, química y microbiológica.

El aire de extracción se clasifica también en función del uso del edificio. En este caso, el IT 1.1.4.2.5 determina la categoría AE1 para oficinas, correspondiente a un bajo nivel de polución. Este aire, por lo tanto, puede ser empleado como aire de recirculación o de transferencia.

Para analizar el sistema de ventilación del edificio objeto de estudio, se determinará a priori el cálculo del caudal de aire exterior de ventilación necesario. Por la antigüedad de la edificación no le es de aplicación el RITE, pero lo utilizaremos como base para realizar el cálculo citado.

El RITE establece 5 métodos para el cálculo del caudal de aire exterior de ventilación. De los 5 métodos, dos son métodos indirectos donde el caudal se determina por la

ocupación o por la superficie de los locales. Los otros tres métodos son directos, donde el caudal se determina a partir de la carga contaminante del edificio.

La carga contaminante sensorial del edificio depende de la carga de las personas (olf/ocupante) y de la propia contaminación del edificio (olf/superficie).

En la siguiente tabla se determina la carga sensorial en olf/ocupante y emisiones de CO<sub>2</sub> en litros/horas por ocupante en función de la actividad metabólica realizada.

	Tasa metabólica met	Carga sensorial olf/ocupante	CO <sub>2</sub> l/h por ocupante
Sala de espera	1,0	1,0	19
Oficina	1,2	1,0	19
Sala de conferencias, auditorio	1,2	1,0	19
Cafetería, restaurante	1,2	1,0	19
Aula	1,2	1,3	19
Guardería*	1,4	1,2	18
Comercio (clientes sentados)	1,4	1,0	19
Comercio (clientes de pie)	1,6	1,5	19
Grandes almacenes	1,6	1,5	19

Tabla 13: Carga sensorial ocupación

La ocupación de los edificios y de los locales se realizará en función del uso previsto y no en función de la ocupación máxima calculada mediante el DB SI en base a criterios de seguridad.

El método que vamos a utilizar para calcular el caudal de ventilación es el “Método indirecto de caudal de aire exterior por persona”. Se empleará en locales donde las personas tengan una actividad metabólica de alrededor 1.2met, cuando mayor parte de las emisiones contaminantes sean producidas por las personas, y cuando no esté permitido fumar.

En las zonas de ocupación esporádica como el almacén, el aseo o el cuarto de instalaciones utilizaremos el método D.

Esta tabla es orientativa para el cálculo de la ocupación típica:

Tipo de uso	m <sup>2</sup> /ocupante
Oficinas paisaje	12
Oficinas pequeñas	10
Salas de reuniones	3
Centros comerciales	4
Aulas	2,5
Salas de hospital	10
Habitaciones de hotel	10
Restaurantes	1,5

Tabla 14: Ocupación en función del tipo de uso

Esta tabla aparece en UNE-EN 13779:2004 y UNE-EN 13779:2008, tablas 22 y 12 respectivamente. Tomamos como referencia el valor recomendado para oficinas pequeñas 10m<sup>2</sup>/ocupante y salas de reuniones 3m<sup>2</sup>/ocupante. Según el método A, la categoría IDA 2 requiere un caudal mínimo de aire exterior por persona de 12,5 l/sg, para estos espacios.

Para el cálculo de los caudales que no dependen de la ocupación sino de la superficie útil (Método D), y para la categoría IDA 2, consideramos un caudal mínimo de aire exterior de 0,8l/sg m<sup>2</sup>.

Categoría	l/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 15: Caudal (l/sg por persona) ventilación

Por lo que aplicando todo lo desarrollado anteriormente tendremos que:

ZONA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	OCUPACIÓN	CAUDAL (l/sxpersona)	CAUDAL (l/sxm <sup>2</sup> )	CAUDAL CALCULADO (l/sg)
Vestíbulo	40,43	4	12,5		50,54
Sala caracol	43,27	14	12,5		180,29
Despacho A02	22,75	2	12,5		28,44
Despacho A01	19,75	2	12,5		24,69
Despacho 1	14,85	1	12,5		18,56
Despacho 2	14,85	1	12,5		18,56
Despacho 3	14,85	1	12,5		18,56
Despacho 4	14,85	1	12,5		18,56
Despacho 5	28,61	3	12,5		35,76
Módulo A	135,73	14	12,5		169,66
Módulo B	135,73	14	12,5		169,66
Módulo C	70,61	7	12,5		88,26
Módulo D	70,61	7	12,5		88,26
Módulo E	70,61	7	12,5		88,26
Salón de actos	87,77	29	12,5		365,71
Despacho 6	15,53	2	12,5		19,41
Despacho 7	15,53	2	12,5		19,41
Despacho 8	15,53	2	12,5		19,41
Altillo modulo B	50,16	5	12,5		62,70
Módulo G	71,05	7	12,5		88,81
Módulo H	141,41	14	12,5		176,76
Módulo J	69,12	7	12,5		86,40
Módulo K	35,05	4	12,5		43,81
Modulo L	35,05	4	12,5		43,81
Sala de formación	80,65	27	12,5		336,04
Despacho 9	15,68	2	12,5		19,60
Despacho 10	15,68	2	12,5		19,60
Despacho 11	15,68	2	12,5		19,60
Despacho 12	28,81	3	12,5		36,01
Recepción	9,37	1	12,5		11,71
instalaciones PB	24,15			0,8	19,32
Aseos PB	9,06			0,8	7,25
Almacén	5,88			0,8	4,70
Office	29,01			0,8	23,21
Aseos P1	15,58			0,8	12,46
Aseos P2	12,67			0,8	10,14
Cuartos de instalaciones P2	2,4			0,8	1,92
					2.445,89 l/sg

Tabla 16: Cálculo del caudal de ventilación

El caudal de aire de ventilación es de  $8.803,21\text{m}^3/\text{h}$ .

Por tanto, para obtener el número de revoluciones horas que tendríamos solo faltaría dividir el caudal de aire de ventilación entre la superficie útil del edificio ( $2006,37\text{ m}^2$ ) obteniendo un total de 4.38 revoluciones/hora.

### Introducción de datos

#### Equipos de aire primario

Nombre	<input type="text" value="TERMOVEN CL-2009/1"/>	Zona	<input type="text" value="Edificio Objeto"/>
<i>Características</i>			
Caudal de ventilación	<input type="text" value="8805.20"/>	<input type="text" value="m3/h"/>	
<input type="checkbox"/> ¿Tiene recuperador de calor?			

## 9. EVALUACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE CLIMA

---

### 9.1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

Como se ha comentado con anterioridad, el edificio en cuestión consta de tres plantas, todas ellas climatizadas, distribuidos los equipos según la siguiente descripción;

Se dispone de una unidad central CARRIER 30RH-100, capaz de general una potencia frigorífica de 92 kW y una potencia calorífica de 96 kW. Esta unidad central es una bomba de calor de sistema AIRE-AGUA alimentada eléctricamente, está ubicada en la cubierta, donde se encuentran también el depósito de inercia, el depósito de expansión, las bombas de circulación y demás elementos de los que consta la instalación. Esta unidad central dará suministro a los distintos elementos intercambiadores (climatizadores y fan-coils) instalados en las distintas plantas y que se detallan a continuación.

También se dispone de otras unidades independientes para ciertas estancias como son algunos despachos y el salón de actos.

Antes de introducirnos en la diagnosis y desarrollo del sistema de climatización, hay que recordar lo que es una bomba de calor.

El funcionamiento se basa en la obtención de calor del ambiente necesariamente del aire, y su traslado al agua. El aire es absorbido hacia la bomba por medio de sistemas de succión y traslado al interior de la misma, allí el sistema implementado por la bomba de calor absorberá el calor del mismo mediante la evaporación de un fluido denominado refrigerante, para después cederlo al agua mediante la condensación del mismo a través de un proceso cíclico que recibe el nombre de ciclo de compresión de vapor.

En el interior de la bomba el refrigerante cambiará de estado mediante un evaporador y un condensador, mientras su presión varía y se mantiene constante, controlando la liberación o entrega de calor al agua circulante.

A continuación se detalla la instalación de climatización en cada una de las plantas del edificio.

### **Planta baja;**

Los despachos 1, 2, 3, 4 y 5, disponen cada uno de ellos de una unidad fan-coil de suelo marca TERMOVEN, modelo FL-200. Cada fan-coil lleva un termostato independiente de la unidad exterior que le permite al usuario regular la temperatura de manera específica en función de sus necesidades.

Además, estos despachos junto con las zonas de paso de esta planta, estarán apoyados por un climatizador marca TERMOVEN, modelo VT-12/9. Esta unidad está ubicada en un cuarto de instalaciones específico para ello dispuesto en esta misma planta, que servirá como apoyo al clima y como aporte de aire exterior para ventilación. Cada despacho cuenta con una toma de impulsión y una de retorno.

Los módulos A y B por ser de las mismas características disponen cada uno de ellos de 4 unidades Fan-coil de techo marca TERMOVEN, modelo FL 1100/TFV. Ambos módulos a su vez se benefician de un aporte de renovación de aire en el retorno que proviene de la climatizadora ubicada en misma esta planta.

Los módulos C, D y E disponen de 2 unidades Fan-coil de techo cada uno de los módulos, marca TERMOVEN, modelo FL 1100/TFV.

En el módulo F nos encontramos con 4 unidades Fan-coil de techo marca TERMOVEN, modelo FL 1100/TFV.

La temperatura en cada uno de estos módulos se puede regular con un termostato que les permite un encendido y apagado independiente.

La sala de reuniones y la zona de recepción disponen ambas de un fan-coil de suelo Marca DAIKIN, modelo FWV04DATV6V3, con termostato para su independencia, cuyo suministro depende de la unidad central de climatización.

Los despachos A01 y A02 están climatizados cada uno de ellos por un equipo autónomo tipo Split Marca SAMSUNG Modelo AQV12NSAX cuya unidad exterior se encuentra ubicada en la pared adyacente a los citados despachos. Cada una de estas unidades suministra una potencia frigorífica de 3,3 kW y una potencia calorífica de 4 kW.

El cuarto del servidor está climatizado por un equipo autónomo tipo Split Marca FUJITSU Modelo AOYR12LCC cuya unidad exterior se encuentra ubicada en una pared cercana del exterior. Esta unidad suministra una potencia frigorífica de 3,5 kW y una potencia calorífica de 4,8 kW.

### **Planta primera;**

Como el funcionamiento, la instalación de climatización en esta planta es similar a la anterior.

Como en la planta baja se dispone de fan-coils de suelo marca TERMOVEN, modelo FL-200 para los despachos 6, 7, 8 y la cafetería con un termostato independiente en cada una de las unidades.

Las citadas zonas a su vez están apoyadas por una climatizadora marca TERMOVEN, modelo VT-09, ubicada en la misma planta en un cuarto de instalaciones específico que además hace la función de aportación de aire exterior para ventilación en los despachos y las zonas de paso.

En el módulo H nos encontramos con 4 unidades Fan-coil de techo, marca TERMOVEN, modelo FL 1100/TFV.

Los módulos G y J disponen cada uno de 2 unidades de fan-coil de techo, marca TERMOVEN, modelo FL 1100/TFV.

Y los módulos L y K están climatizados mediante una unidad fan-coil de techo, marca TERMOVEN, modelo FL 1100/TFV.



La temperatura en cada uno de estos módulos se puede regular con un termostato que les permite un encendido y apagado independiente.

El salón de actos está climatizado de forma independiente al resto de estancias por medio de una unidad compacta ubicada en cubierta, marca CIATESA modelo IHA-0090, capaz de suministrar una potencia frigorífica de 15 kW y una potencia calorífica de 15,4 kW.

### **Planta segunda;**

Los criterios a seguir en esta planta son muy similares a los dictados en las plantas anteriores;

En los despacho 9, 10, 11 y 12 tenemos fan- coils de suelo marca TERMOVEN, modelo FL-200, con un termostato independiente cada una de las unidades. Como en el caso de las plantas baja y primera, estas zonas están apoyadas por una unidad de climatización, que en este caso está ubicada en la cubierta marca TERMOVEN, modelo CL-2009/1, para apoyo y aportación de aire exterior para ventilación en los despachos y las zonas de paso.

La sala de formación estará climatizada mediante una unidad ubicada en cubierta marca TERMOVEN, modelo CL-2009/1.

La interconexión entre la unidad central y los distintos elementos intercambiadores (fan-coils y climatizadoras), está realizada por medio de tuberías de acero calorifugada a base de caucho sintético flexible. Para los tramos que se encuentran a la intemperie hay zonas que además están protegidas con una cubierta de chapa de aluminio.

Los conductos de impulsión y retorno de las unidades climatizadoras discurren a través de los falsos techos de las distintas estancias. La impulsión está canalizada mediante conductos fabricados en venda de escayola, mientras que el retorno se realiza por plenum a través del falso techo.

A continuación se adjunta una tabla con todos los equipos citados y sus principales características:

Nº	EQUIPO	MARCA	MODELO	P.(KW)	P. FRIO (KW)	P.CALOR (kW)	Refrig.
2	BOMBA CIRCULACION DOBLE IN-LINE	WILO	DPN100/160-1.1/4	1,1			
1	CLIMATIZADOR	TERMOVEN	VT-12/9	9			
1	CLIMATIZADOR	TERMOVEN	VT-09	0,66			
1	CLIMATIZADOR	TERMOVEN	CL-2009/1	0,66			
1	CLIMATIZADOR	TERMOVEN	CL-2009/1	0,9			
2	AUTONOMO SPLIT	SAMSUNG	<b>Unidad interior:</b> AQV12NSAN <b>Unidad exterior:</b> AQV12NSAX	1,108	3,3kW	4kW	R410A
1	AUTONOMO SPLIT	FUJITSU	<b>Unidad interior:</b> ASYA12LCC <b>Unidad exterior:</b> AOYR12LCC	1,24	3,5kW	4,8kW	R410A
1	AUTONOMO Compacta	CIATESA	IHA-0090	10,5	15kW	15,4kW	R410A
1	ENFRIADORA Y BOMBA DE CALOR	CARRIER	30RH-100-0085-EE	49,6	92kW	96kW	R407C
13	FAN-COIL DE SUELO	TERMOVEN	FL-200	2			
2	FAN-COIL DE SUELO	DAIKIN	FWV04DATV6V3	87	4,33kW	9,57kW	
28	FAN-COIL DE CONDUCTOS	TERMOVEN	FL 1100/TFV. (4R)	2			

Tabla 17: Datos técnicos equipos de climatización

Para poder aclarar un poco mejor esta compleja instalación, presentamos un anexo fotográfico con todos los quipos descritos con anterioridad.

- ❖ Enfriadora/ Bomba de calor CARRIER y equipos auxiliares (bombas, depósito de inercia, depósito de expansión)



Figura 28: Bomba de calor CARRIER



Figura 29: Bomba de calor CARRIER



Figura 30: Bomba de calor CARRIER

❖ Unidad compacta CIATESA modelo IHA-0090



Figura 31: Unidad compacta CIATESA

❖ Climatizadora TERMOVEN modelo CL-2009/1



Figura 32: Climatizadora TERMOVEN

❖ Climatizador TERMOVEN VT



Figura 33: Climatizadora TERMOVEN

❖ Fan-Coil TERMOVEN FL-200 (Suelo)



Figura 34: Fan Coil TERMOVEN FL-200

❖ Fan-Coil DAIKIN FWV04DATV6V3 (Suelo)



*Figura 35: Fan Coil DAIKIN FWV04DATV6V3*

❖ Fan-Coil TERMOVEN FL 1100/TFV CONDUCTOS (Techo)



*Figura 36: Fan Coil TERMOVEN 1100/TFV*

- ❖ Autónomo Split SAMSUNG; Unidad exterior: AQV12NSAX, Unidad interior: AQV12NSAN



Figura 37: Split autónomo SAMSUNG

- ❖ Autónomo Split FUJITSU; Unidad exterior: AOYR12LCC, Unidad interior: ASYA12LCC



Figura 38: Split autónomo FUJITSU



Figura 39: Split autónomo FUJITSU

Introducción de datos

-Enfriadora/ Bomba de calor CARRIER y equipos auxiliares (bombas, depósito de inercia, depósito de expansión)

**Equipo de calefacción y refrigeración**

Nombre:  Zona:

**Características**

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

**Demanda cubierta**

	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	<input type="text" value="1369.35"/>	<input type="text" value="1369.35"/>
Porcentaje (%)	<input type="text" value="68.25"/>	<input type="text" value="68.25"/>

**Rendimiento medio estacional**

Rendimiento estacional:

Antigüedad del equipo:

	Rendimiento nominal	%	Rendimiento medio estacional	%
<b>Calefacción</b>	<input type="text" value="190"/>	%	<input type="text" value="112.4"/>	%
<b>Refrigeración</b>	<input type="text" value="190"/>	%	<input type="text" value="118.4"/>	%

-Unidad compacta CIATESA

**Equipo de calefacción y refrigeración**

Nombre:  Zona:

**Características**

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

**Demanda cubierta**

	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	<input type="text" value="86.88"/>	<input type="text" value="86.88"/>
Porcentaje (%)	<input type="text" value="4.33"/>	<input type="text" value="4.33"/>

**Rendimiento medio estacional**

Rendimiento estacional:

Antigüedad del equipo:

	Rendimiento nominal	%	Rendimiento medio estacional	%
<b>Calefacción</b>	<input type="text" value="150"/>	%	<input type="text" value="98.6"/>	%
<b>Refrigeración</b>	<input type="text" value="140"/>	%	<input type="text" value="107.7"/>	%

-Split autónomo SAMSUNG

**Equipo de calefacción y refrigeración**

Nombre:  Zona:

**Características**

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

**Demanda cubierta**

	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	<input type="text" value="24.28"/>	<input type="text" value="24.28"/>
Porcentaje (%)	<input type="text" value="1.21"/>	<input type="text" value="1.21"/>

**Rendimiento medio estacional**

Rendimiento estacional:

Antigüedad del equipo:

	Rendimiento nominal	%	Rendimiento medio estacional	%
<b>Calefacción</b>	<input type="text" value="360"/>	%	<input type="text" value="212.9"/>	%
<b>Refrigeración</b>	<input type="text" value="320"/>	%	<input type="text" value="199.4"/>	%



-Split autónomo FUJITSU

Equipo de calefacción y refrigeración			
Nombre	<input type="text" value="Split autónomo_3"/>	Zona	<input type="text" value="Edificio Objeto"/>
<i>Características</i>		<i>Demanda cubierta</i>	
Tipo de generador	<input type="text" value="Bomba de Calor"/>	Superficie (m2)	<input type="text" value="6.02"/>
Tipo de combustible	<input type="text" value="Electricidad"/>	Porcentaje (%)	<input type="text" value="0.3"/>
<i>Rendimiento medio estacional</i>			
<b>Rendimiento estacional</b>	<input type="text" value="Estimado según Instalación"/>		
Antigüedad del equipo	<input type="text" value="Más de 10 años"/>		
<b>Calefacción</b>	Rendimiento nominal	<input type="text" value="390"/>	%
<b>Refrigeración</b>	Rendimiento nominal	<input type="text" value="380"/>	%
	<i>Rendimiento medio estacional</i>	<input type="text" value="230.7"/>	%
	<i>Rendimiento medio estacional</i>	<input type="text" value="236.7"/>	%

## 9.2. ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

La característica fundamental de los equipos de aire acondicionado para determinar su eficiencia energética viene determinada por los coeficientes EER y COP. El primero siglas del término inglés Energy Efficiency Ratio, es el índice de eficiencia energética de una máquina frigorífica en la modalidad de refrigeración y se expresa mediante la siguiente relación:

$$\text{EER} = \frac{\text{Potencia frigorífica total generada}}{\text{Potencia eléctrica consumida}}$$

Por otro lado, se define el coeficiente de prestación de una Bomba de Calor COP (Coefficient of performance) como el cociente entre la energía térmica cedida por el sistema y la energía consumida. El compresor, y los equipos auxiliares (ventiladores) son los únicos elementos que consumen energía, en forma de electricidad.

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

Estos índices miden la energía que se produce con la energía invertida en el funcionamiento del equipo, es decir un EER o un COP con un valor de 1 significa que por cada unidad de energía eléctrica utilizada se produce una unidad de energía deseada (calor o frío). Un EER o COP de 5, quiere decir que el equipo produce cinco veces más energía que la electricidad que consume. Ni que decir tiene que cuanto mayor sean estos valores tanto de EER como de COP mayor será la eficiencia energética del equipo.

Tomando de base estas definiciones, vamos a presentar una tabla resumen con los rendimientos de cada una de las unidades;

Nº	EQUIPO	MARCA	MODELO	Potencia eléctrica (KW)	Potencia FRIO (KW)	Potencia CALOR (kW)	ERR	COP
2	AUTONOMO SPLIT	SAMSUNG	<b>Unidad interior:</b> AQV12NSAN <b>Unidad exterior:</b> AQV12NSAX	1,02/1,10	3,3	4	3,2	3,6
1	AUTONOMO SPLIT	FUJITSU	<b>Unidad interior:</b> ASYA12LCC <b>Unidad exterior:</b> AOYR12LCC	0,92/1,24	3,5	4,8	3,8	3,9
1	AUTONOMO Compacta	CIATESA	IHA-0090	10,5	15	15,4	1,4	1,5
1	ENFRIADORA Y BOMBA DE CALOR	CARRIER	30RH-100-0085-EE	49,6	92	96	1,9	1,9

Tabla 18: Rendimientos de las instalaciones de climatización

Los valores anteriores están especificados en las características técnicas de las instalaciones. Hay que tener en cuenta que los valores COP y EER no son valores fijos, sino que están establecidos para unas características de funcionamiento específicas, si estas características varían, estos valores lo harán también. Analizando estos parámetros en una situación específica de funcionamiento se puede observar que las

eficiencias de los equipos autónomos Split presentan unos valores que oscilan entre 3 y 4, sin embargo, las eficiencias de la unidad compacta y de la bomba de calor que son las unidades más importantes presentan unos rendimientos más bajos en relación con el resto de los componentes de la instalación.

Todo esto en función de los datos teóricos dados en los manuales de cada una de las unidades, si además tenemos en cuenta que con el paso del tiempo estos rendimientos van cayendo, los valores reales pasarían a ser mucho peor.

Otro punto a tener en cuenta es que ambas unidades trabajan con compresores todo/nada, lo que significa que o está apagada o funciona al 100 % de su capacidad, lo que conlleva un gasto adicional en los continuos arranques y paradas.

También habría que considerar el consumo que nos ofrecen las dos bombas de 1,1kW de potencia cada una, que forman parte de la unidad central (enfriadora) para el bombeo del agua a través de todos los elementos intercambiadores, a lo que tendremos que sumar los consumos de cada una de las unidades terminales (climatizadoras y fan-coils).

Sobre todo vemos que las unidades que más consumen que son la Compacta CIATESA y la enfriadora CARRIER son también las que ofrecen un menor rendimiento.

### **9.3. OTROS DEFECTOS ENCONTRADOS EN LAS INSTALACIONES**

Durante la revisión de las instalaciones se han encontrado algunos defectos que hacen que las instalaciones obtengan un peor funcionamiento y disminuyan sus rendimientos.

Destaca principalmente que el estado general de las tuberías de climatización se encuentra es de una corrosión sensible, excepto en la planta baja, pues hace poco que se han sustituido por tuberías de PP-R.

La bandeja de condensados de las climatizadoras de la cubierta también están oxidadas, por lo que se supone falta de mantenimiento en el intercambiador y de

placas de aluminio, lo que nos lleva a una reducción del factor de transporte y con ello del rendimiento del equipo.

En las fotografías siguientes se puede observar el estado de las mismas.



*Figura 40: Estado tuberías en zona de cubierta*



*Figura 41: Estado tuberías en zona de cubierta*



*Figura 42: Estado tuberías en zona de cubierta*

Por otro lado, hay que destacar también la necesidad de aislar las tuberías de acero en su paso por la cubierta del edificio pues se está desperdiciando energía constantemente.

Otra anomalía importante es la aparición de varias fugas en el circuito de agua que han llevado a un régimen de funcionamiento inestable en cuanto a aspectos hidráulicos, lo cual ha provocado que la bomba de calor haya estado trabajando bastante forzada por la constante entrada de agua de red al circuito y unas condiciones de presión y caudal variable. Este último factor ha provocado también la entrada de sólidos calcáreos al circuito que están provocando atascos en los filtros, válvulas, intercambiador de la bomba de calor, etc.



*Figura 43: Circuito de agua*

En cuanto al salón de actos hay que destacar que nunca ha podido climatizarse correctamente en plena ocupación, por lo que se ha realizado un análisis exhaustivo sobre la demanda energética actual calculando las necesidades frigoríficas de la estancia para una ocupación de 50 personas.

La estimación de la demanda energética consiste en evaluar la cantidad de energía que es necesario suministrar o extraer de la estancia para mantener las condiciones de

confort de confort térmico deseadas. No se debe confundir la demanda energética de un edificio con la energía consumida por el mismo.

Se trata de efectuar un balance de pérdidas y ganancias de todos los flujos de calor que intervienen en un edificio.

Se intercambia calor con el exterior mediante:

- La radiación solar.
- La conducción a través de cerramientos.
- Debido a cargas internas como iluminación y ocupación de personas.
- Renovación de aire.

En invierno la transmisión térmica representa un flujo de calor saliente mientras que las ganancias solares e internas representan un flujo entrante que atiende a compensar las pérdidas. En verano, los flujos de la transmisión térmica son entrantes así como las ganancias solares e interiores.

Las cargas térmicas totales se calcularán del siguiente modo:

$$Q_t = Q_s + Q_l$$

Siendo:

- $Q_s$ : Carga sensible
- $Q_l$ : Carga latente

Los cálculos correspondiente a la demanda energética del salón de actos se adjuntan en el ANEXO IV. "Cálculo de cargas térmicas".

Como se ha especificado anteriormente, actualmente se climatiza el salón de actos mediante un climatizador de unos 10 kW de potencia frigorífica nominal con el agua a 7-12°C. Así pues, se comprueba que es insuficiente para climatizar en las condiciones descritas, que como se han especificado anteriormente son de 22.03kW en frío y 17.23kW en calor.

#### 9.4 CONSUMO ESTIMADO

En efecto el COP, así como la potencia útil de la bomba, varía con la diferencia de temperatura exterior/interior, con lo que la potencia absorbida por el compresor varía de la misma manera. Para saber exactamente los consumos eléctricos del sistema de climatización, necesitaríamos conocer en cada instante la demanda del edificio, la potencia útil y el COP de cada bomba.

Para estimar el consumo anual (kW/h) de la instalación completa de climatización, se realiza una estimación de las horas de funcionamiento y los días en los que se mantiene encendido. Este consumo se estima considerando que las instalaciones están funcionando a pleno rendimiento y todas a la vez.

Para determinar aquellos meses en los que la climatización está en desuso, analizamos la tabla propuesta anteriormente referente a la evolución del consumo mensual, atendiendo que los meses de Abril y Mayo y en los meses de Septiembre-Octubre son en los que se refleja un menor consumo energético.

<b>PERÍODO</b>	<b>DIAS</b>
Abril - mayo	45
Octubre-noviembre	44
Días extra sin clima	15

Tabla 19: Desglose días laborables con necesidades de clima

En base a estos datos se determina que en esos períodos de tiempo la climatización está en funcionamiento.

Por tanto, el consumo total (kW/h) año de la instalación de climatización asciende a un total de 91.985,5 kW/h.

<b>P (kW)</b>	<b>HORAS</b>		<b>DIAS</b>		<b>CONSUMO TOTAL (KW/h)</b>
	<b>FUNCIONAMIENTO INVIERNO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO VERANO</b>	<b>LABORABLES INVIERNO</b>	<b>LABORABLES INVIERNO</b>	
79,638	8,5	7	125	21	91.985,5

Tabla 20: Consumo total anual de la instalación de climatización

## 10. INSTALACIONES DE FUERZA

---

### 10.1 EQUIPOS DE FUERZA

La caracterización de los equipos instalados en los edificios resulta una tarea tediosa. En muchos casos se desconocen los propios consumos y las características de utilización de los equipos, lo que dificulta la identificación de ahorros potenciales.

Para realizar los cálculos derivados del consumo de todos los aparatos eléctricos y conocer sus horas de utilización por espacios, se ha hecho uso de un inventario detallado. En el mismo se han considerado los consumos de todos aquellos aparatos que disponen del estado Stand-by y también de aquellos que todo y estar apagados consumen energía.

Como consumos de fuerza fijos a diario podemos establecer;

- Puerta automática entrada edificio.
- Puerta automática del parking.
- Ascensor.
- CCT/seguridad.
- Máquinas expendedoras.
- Termo eléctrico.
- Microondas.
- Frigorífico.
- Ordenadores, Impresoras, módems, etc.

Por tanto, teniendo en cuenta el tiempo en que el equipo de fuerza se mantiene en estado ON como en STAND-BY y la potencia que utiliza en cada uno de estos períodos, se ha realizado el cálculo anual de los consumos eléctricos de cada uno de ellos.



Para la estimación del tiempo de utilización se ha estimado, por ejemplo en el caso de la fotocopiadora, que trabaja a 18 páginas por minutos, y se fotocopian una media de 50 páginas por hora, así que sabiendo estos parámetros se puede obtener fácilmente que trabaja 0,046296 en horas, por lo que multiplicándolo por toda la jornada laboral obtendremos que la fotocopiadora se mantiene en funcionamiento 0,393516 horas al día, estando el resto del día en modo Stand-by.

Este es el criterio que se ha seguido a la hora de realizar cada uno de los cálculos.

<b>EQUIPO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>POTENCIAS (W)</b>	<b>POTENCIAS (W) STAND-BY</b>	<b>CONSUMO UD. (KW/h)</b>	<b>CONSUMO TOTAL. (kW/h)</b>
Frigorífico	2	90	90	662,13	1.324,26
Microondas	3	1.000	5	142,50	427,51
Máquina de agua	2	500	20	183,52	367,03
Fotocopiadora	10	800	50	511,77	5.117,68
Cafetera office	1	2.000	20	209,50	209,50
Cafetera despacho	1	1.260	20	196,68	196,68
Ascensor	1	4.500	900	8.784,00	8.784,00
Puerta mecánica	1	400	0	100,00	100,00
Puerta principal	1	250	0	7,56	7,56
Máquina de comida	1	345	20	180,83	180,83
Teléfonos	9	100	100	735,70	6.621,30
Ordenadores	20	2.000	50	1.225,33	24.506,50
					47.842,86

Tabla 21: Inventario equipos de fuerza

Como se puede observar, tenemos un consumo anual total por los equipos de fuerza de 47.842,86 kW/h.

Se puede apreciar, por tanto la gran importancia del consumo en los aparatos eléctricos, ya que aunque parezca mentira, se consume prácticamente lo mismo anualmente en equipos de fuerza que en iluminación. También hay que tener en

cuenta que al ser un centro de negocios donde las empresas instaladas van variando durante el año, los aparatos eléctricos que utilizan pueden divergir de un periodo a otro considerablemente.

## 11. INSTALACIÓN DE ACS

---

El consumo de agua queda limitado a los lavabos (WC y lavamanos) y el office.

El office existente en la tercera planta presenta una pila normal con agua caliente y fría.



*Figura 44: Fregadero office*

En los lavabos existentes nos encontramos pilas con grifos monomando, equipadas con agua fría y caliente.



*Figura 45: Pilas con grifos monomando*

El inventario del número de elementos consumidores de agua se detalla a continuación:

	Grifos	WC
Planta baja	4	2
Planta primera	4	2
Planta segunda	4	2
Total	12	6

Tabla 22: Inventario elementos consumidores de agua

La instalación de ACS está formada por un termo eléctrico modelo TRE-50 SUPRA, de 1.2 kW de potencia eléctrica y con un depósito de acumulación de 50l, por lo que el tipo de generador se definirá mediante el efecto Joule y el combustible será la electricidad.



Figura 46: Termo eléctrico

Para estimar su aportación en el consumo total de edificio, se ha estimado unas 2 horas de funcionamiento diarias, puesto que los servicios de limpieza hacen uso del ACS diariamente.

Para los días de utilización se contarán todos los días laborables exceptuando los 10 días festivos anuales.

<i>P, instalada (kW)</i>	<i>Horas de funcionamiento diarias (h)</i>	<i>Días</i>	<i>Consumo (kW/h) al año</i>
1,2	2	250	600

Tabla 23: Consumo anual generado por el calentador eléctrico

Se estima un consumo eléctrico anual de 600 kW/h.

### **Consumo diario (l/día)**

Atendiendo al consumo de agua (l/día) nos basamos en las especificaciones técnicas que determina el CTE en su DBHE4 “Contribución solar mínima de ACS”, en donde se especifican los consumos de ACS en (l/persona y día) en función de la tipología de uso del edificio.

En nuestro caso y basándonos en el uso administrativo, obtenemos un total de 3l/persona y día, por lo que:

$$\text{Consumo ACS (L/día)} = 3 \text{ l/persona} * 50 \text{ personas} = 150 \text{ l/persona y día.}$$

### **Rendimiento nominal**

Para la introducción de datos en el programa CE3X se nos pide el rendimiento nominal de la instalación.

Para ello hacemos uso del catálogo de características técnicas del fabricante en el que se nos facilita que el tiempo en el que se calientan 50 litros de agua de 10Cº a 60Cº es de 2 horas y 25 minutos.

Por tanto:

$$Q = M * C_p * (T_f - T_i)$$

Dónde:

M = masa del agua en Kg.

$C_p$  = Calor específico del agua.

$T_f$  = Temperatura a la que se quiere calentar el agua.

$T_i$  = Temperatura a la que se encuentra el agua.

$$Q = 50\text{kg} * 1\text{kcal/kg K} * (60-10) = 2.500\text{Kcal}$$

Ahora dividimos la potencia obtenida por el tiempo en que tarda la instalación en realizar el proceso (2,42 horas).

$$Q = 2.500\text{kcal}/2,42 \text{ hora}$$

$$Q = 1.033,05\text{kcal/ hora}$$

Por último pasaremos estas unidades a W sabiendo que:

$$1 \text{ kcal} = 4.187 \text{ J}$$

Obteniendo la expresión:

$$P = 1.033,5\text{kcal/h} * 4.187 \text{ Joule/kcal} / 3.600\text{sg/h}$$

$$P = 1.201,50\text{W}$$

Teniendo entonces la potencia necesaria para calentar los 50 litros de agua de 10°C a 60°C en 2 horas y 25 minutos, y la potencia eléctrica, obtenemos el rendimiento nominal mediante la siguiente expresión:

$$\text{Rendimiento nominal} = \frac{\text{Potencia para calentar el agua}}{\text{Potencia eléctrica}}$$

$$\text{Rendimiento nominal} = \frac{1.201,50}{1.200} = 1$$

El rendimiento térmico de una resistencia eléctrica es siempre del 100%, es decir, todo lo que consume en electricidad, lo cede en forma de calor.

### Valor UA

El aislamiento se realiza mediante poliuretano expandido sin CFC y sin HCFC con un aislamiento medio de 28mm de espesor.

### Introducción de datos

Las características técnicas desarrolladas en cuanto a la instalación de ACS se introducirán en el programa de certificación energética del siguiente modo:

Equipo de ACS			
Nombre	ACS	Zona	Edificio Objeto
<i>Características</i>		<i>Demanda cubierta</i>	
Tipo de generador	Efecto Joule	ACS	
Tipo de combustible	Electricidad	Superficie (m2)	2006.37
		Porcentaje (%)	100
<i>Rendimiento medio estacional</i>		<i>Rendimiento medio estacional</i>	
<b>Rendimiento estacional</b>	Estimado según Instalación		90.0 %
Antigüedad del equipo	Más de 10 años		
Rendimiento nominal	100 %		
<input checked="" type="checkbox"/> Con Acumulación			
Valor UA	Estimado	UA	1.5 W/K
Volumen de un depósito	50 l	Tª alta	80 °C
Tipo de aislamiento	Espuma de Poliuretano	Tª baja	40 °C
		Multiplicador	1
		Espesor	0,028 m

## 12. ANÁLISIS DE CONSUMOS ELÉCTRICOS

---

El balance energético global nos muestra una distribución de los consumos energéticos en función de las diferentes variables. En un edificio como este, es interesante diferenciar su consumo en función de los principales usos, distribuyendo así el consumo anual en climatización, iluminación y equipos.

El método utilizado para el cálculo del balance energético se basa en la fórmula de cálculo del consumo. El consumo sigue la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo energético (kW/h)} = \text{Potencia (KW)} \times \text{Tiempo (h)}$$

Por lo tanto, para calcular el consumo que se produce en cada área estudiada, es necesario conocer la potencia de los equipos, lámparas, etc. y el tiempo de utilización, es decir las horas en las que está en funcionamiento cada uno de los equipos consumidores de energía.

Para realizar el balance energético realizaremos en primer lugar un estudio del perfil de consumo real calculado a partir de los datos de facturación, y posteriormente lo compararemos con una estimación realizada en función de la potencia instalada y las horas de funcionamiento de cada uno de los equipos. De este modo, se podrá determinar la distribución del consumo eléctrico por usos y si existen consumos fantasmas que pueden ser reducidos tras la aplicación de medidas de mejora.

### 12.1 PERFIL DE CONSUMO FACTURACIÓN

Se ha llevado a cabo un análisis del consumo energético de los últimos 12 meses con las facturas eléctricas disponibles. El consumo de energía activa y el coste facturado mensualmente para el suministro del centro es el siguiente:



<i>Período</i>	<i>Consumo E.Activa (Kw/h)</i>	<i>Coste E. Activa (€)</i>
<b>Septiembre 2012</b>	15.730	1.849
<b>Octubre 2012</b>	11.899	1.363
<b>Noviembre 2012</b>	12.024	1.354
<b>Diciembre 2012</b>	13.713	1.539
<b>Enero 2013</b>	12.569	1.440
<b>Febrero 2013</b>	13.754	1.558
<b>Marzo 2013</b>	11.911	1.362
<b>Abril 2013</b>	8.784	1.012
<b>Mayo 2013</b>	9.887	1.172
<b>Junio 2013</b>	10.629	1.248
<b>Julio 2013</b>	16.729	1.989
<b>Agosto 2013</b>	13.757	1.352

Tabla 24: Distribución consumos y costes anuales de energía activa

El consumo total de edificio del CEEI Castellón asciende a 151.386 kW/h.

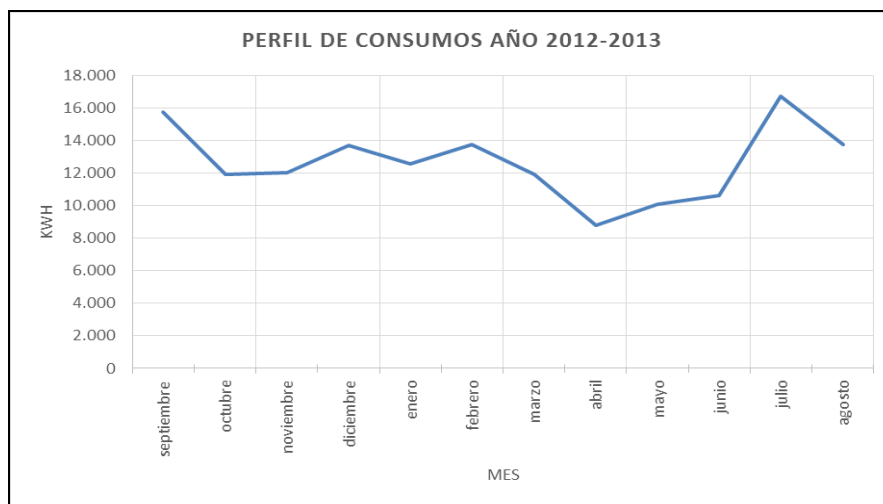


Figura 47: Evolución consumos energía activa

Observando la gráfica se ve una distribución no excesivamente uniforme de la curva de la demanda eléctrica anual.

En primer lugar se presenta un ligero descenso al final de los meses de invierno, pero se observa un gran pico en el mes de junio, coincidiendo con el principio de la temporada de verano.

El consumo mensual oscila entre los 8.000 kW/h obtenidos en el mes de abril y los 16.000 kW/h (el doble) obtenidos en el mes de julio.

En cuanto al coste de la energía activa observamos en la tabla siguiente que efectivamente también es más elevado en los meses correspondientes a Septiembre y Julio, siendo el importe máximo a facturar de 2.000€/mes.

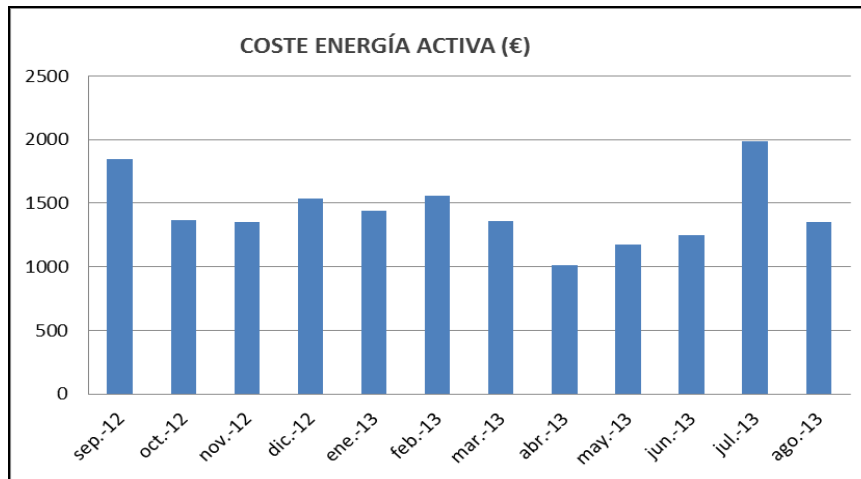


Figura 48: Evolución costes energía activa

## 12.2 ESTIMACIÓN CONSUMO

Para calcular el consumo que se produce en cada área estudiada, es necesario conocer la potencia de los equipos y el tiempo de utilización.

Para cada uno de los siguientes grupos de consumo es conveniente tener en cuenta:

- Iluminación: En necesario conocer la potencia de la lámpara, el tipo de equipo auxiliar y las horas de funcionamiento.

- Climatización: La potencia de los equipos, el factor de uso y el horario de funcionamiento.

- Equipos: Es necesario para calcular el consumo de estos equipos conocer la potencia de cada uno de ellos, así como el factor de uso y las horas de funcionamiento.

- Producción de ACS: La potencia de la caldera, el número de usuarios, el tipo de actividad y las horas de funcionamiento.

La toma de datos está detallada en los inventarios correspondientes.

### **Distribución del consumo eléctrico por usos**

La siguiente tabla muestra la distribución del consumo energético anual.

<i>Uso energético</i>	<i>Potencia instalada (kW)</i>	<i>Consumo anual (kW/h)</i>
<b>Iluminación</b>	21,46	37.966
<b>Climatización</b>	79,63	91.985
<b>ACS</b>	1,20	600
<b>Equipos</b>	24,40	40.180

Tabla 25: Distribución de consumos energéticos

El consumo total de edificio del CEEI Castellón asciende a 145.490 kW/h algo menor que el consumo facturado que es de 151.386 kW/h.

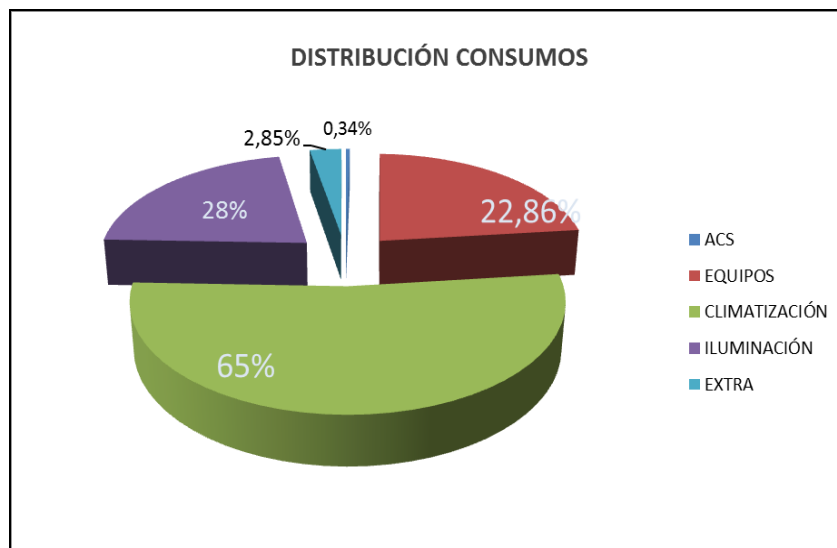


Figura 49: Distribución consumo eléctrico por usos

Como se observa en el gráfico:

- El mayor consumo se alcanza por la instalación de climatización, siendo un 65% del total.
- Seguidamente tenemos la instalación de iluminación alcanzando un porcentaje del 28%.
- Cabe destacar la presencia de un 2.85% de consumo fantasma del cual no tenemos datos.

Una vez estimado el consumo a partir de la potencia instalada y las horas de funcionamiento con el perfil de consumo obtenido a partir de las últimas facturas, vemos que hay una ligera diferencia entre los dos consumos. Esto puede ser debido a la presencia de consumos fantasmas.

Los consumos fantasmas son los consumos de electricidad que se obtienen al mantener los aparatos electrónicos conectados permanentemente a la red eléctrica.

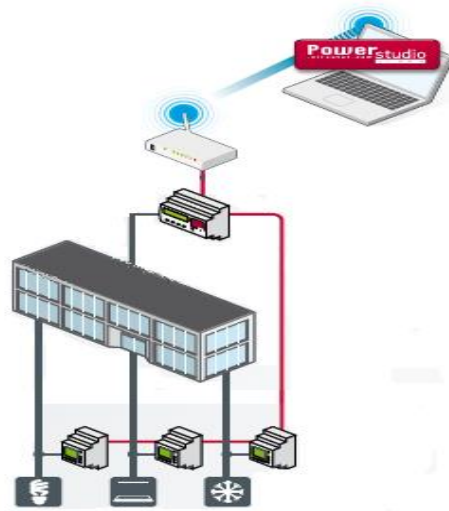
Para poder determinar de dónde pueden provenir dichos consumos innecesarios se colocará un sistema de Tele gestión.

### 12.3 SISTEMA DE TELEGESTIÓN

Se instala en el edificio un sistema de Tele gestión de Energía (EDS) que nos ofrece la posibilidad de consultar mediante un software de gestión, cualquier variable eléctrica a tiempo real y también datos históricos para poder de este modo analizar el consumo producido en cada período de tiempo.



El equipo instalado consta de varios módulos conectados a un sistema de datos electrónicos (EDS) que envía toda la información a un software desde el cual la podemos ver y analizar. A continuación se presenta un esquema del funcionamiento.



El programa registra medidas cada hora.

Por tanto, este es un buen sistema para determinar qué cantidad de consumos fantasma se producen fuera del período laboral.

En primer lugar analizamos el perfil de consumo en una semana normal de trabajo, incluyendo el consumo de todas las instalaciones del edificio, la gráfica nos muestra que durante toda la semana hay un consumo mínimo uniforme.

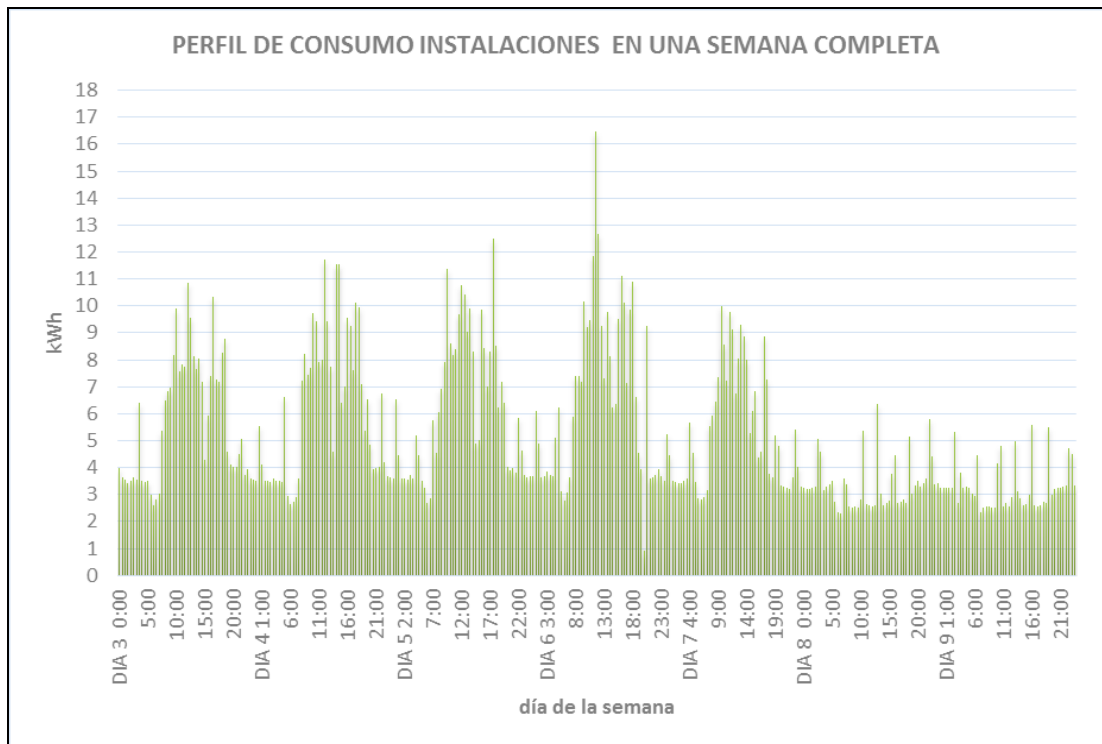


Figura 50: Perfil de consumo en una semana tipo

Con esta gráfica podemos ver que hay consumo residual constante que se mantiene fuera de las horas de trabajo y que es bastante elevado (hasta unos 3kW). Estos consumos se pueden deber a la iluminación que se queda encendida durante la noche, a la unidad de climatización Fujitsu del cuarto del servidor, máquina expendedora, nevera, CCT, fuente de agua, termo eléctrico y a los consumos fantasma del stand-by de ordenadores, módems, impresoras, etc.

Si pasamos a analizar el mismo perfil de consumo pero en un día normal de trabajo, vemos que el consumo fantasma existente continúa constante durante todo el día, incluido en las horas de noche en donde la actividad del edificio es prácticamente nula.

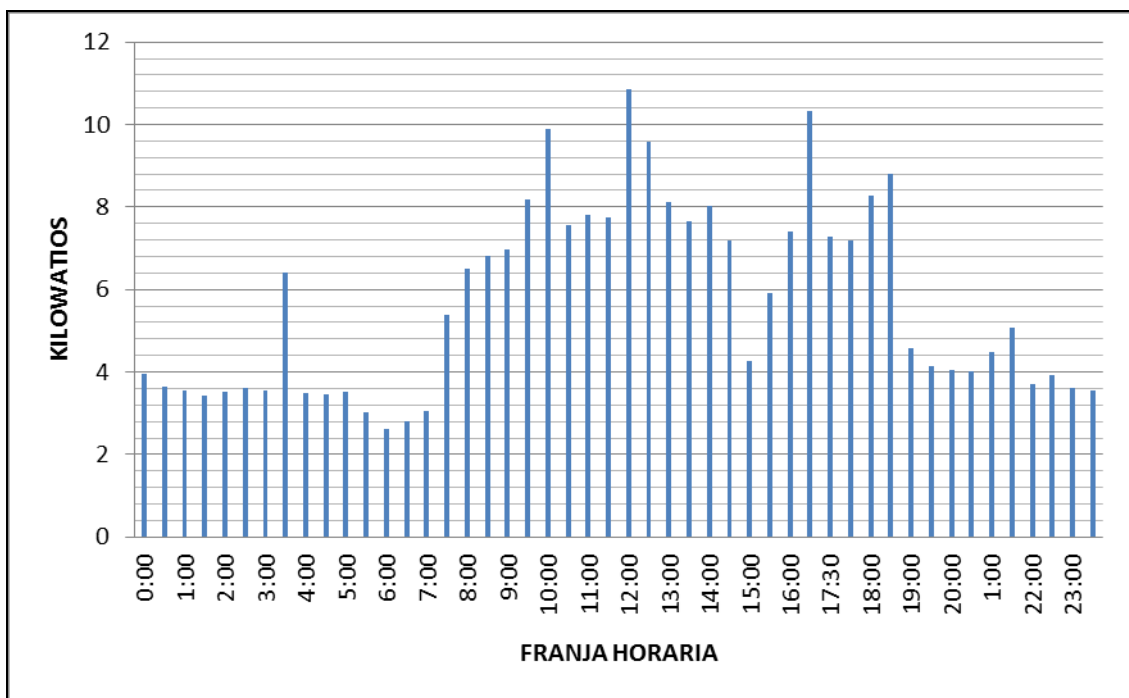


Figura 51: Perfil de consumo en un día laboral sin clima

Para determinar si estos consumos fantasma también se producen durante los fines de semana vamos a realizar una comparación entre un día de jornada laboral tipo y el domingo de la misma semana.

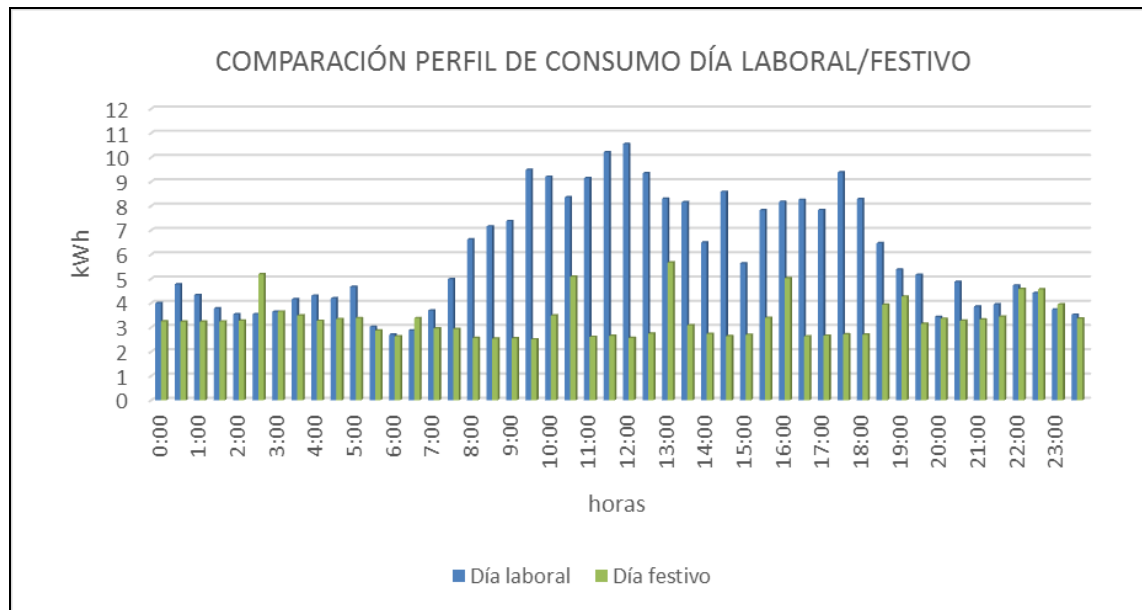


Figura 52: Comparación del perfil de consumo entre un día laboral y un día festivo

Como se puede apreciar en la tabla comparativa, los consumos fantasma en un día festivo en relación con los producidos en una jornada laboral tipo son prácticamente iguales.

También cabe destacar los picos de consumo que se producen durante el fin de semana de forma constante. Estos arranques pueden deberse a la enfriadora situada en la cubierta del edificio.

Para poder determinar de dónde proceden exactamente estos consumos vamos a realizar mediante el analizador de redes un análisis de los consumos totales dividiéndolos por sectores para poder determinar el foco principal y poder aplicar sobre el mismo la medida de mejora necesaria.

En primer lugar analizaremos el alumbrado de las zonas comunes, ya que como hemos dicho anteriormente se queda encendido en horario nocturno y puede provocar un consumo elevado.

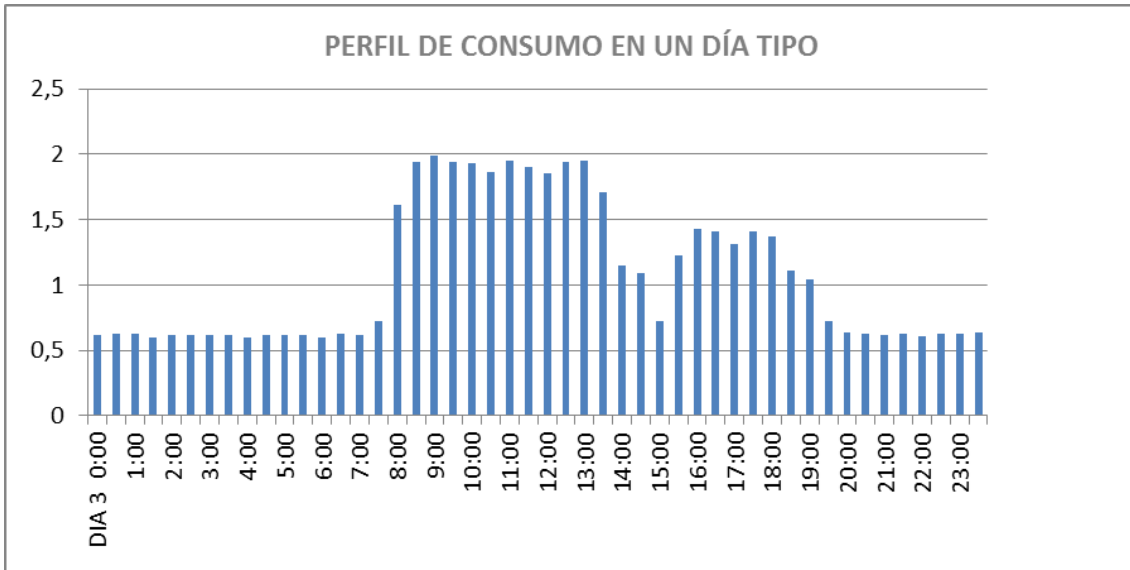


Figura 53: Perfil de consumo alumbrado en un día tipo

Como podemos apreciar, durante las horas en que el edificio está a pleno rendimiento, el consumo energético llega a alcanzar los 2kW/h. Por otro lado, durante las horas nocturnas este consumo nunca baja de los 0.6kW/h, consumo producido por la iluminación de las zonas comunes y de la zona exterior.

Para analizar también el consumo producido por los módulos (despachos de los inquilinos del edificio), realizaremos una comparación entre un día laboral y otro festivo para determinar posibles consumos fantasma.

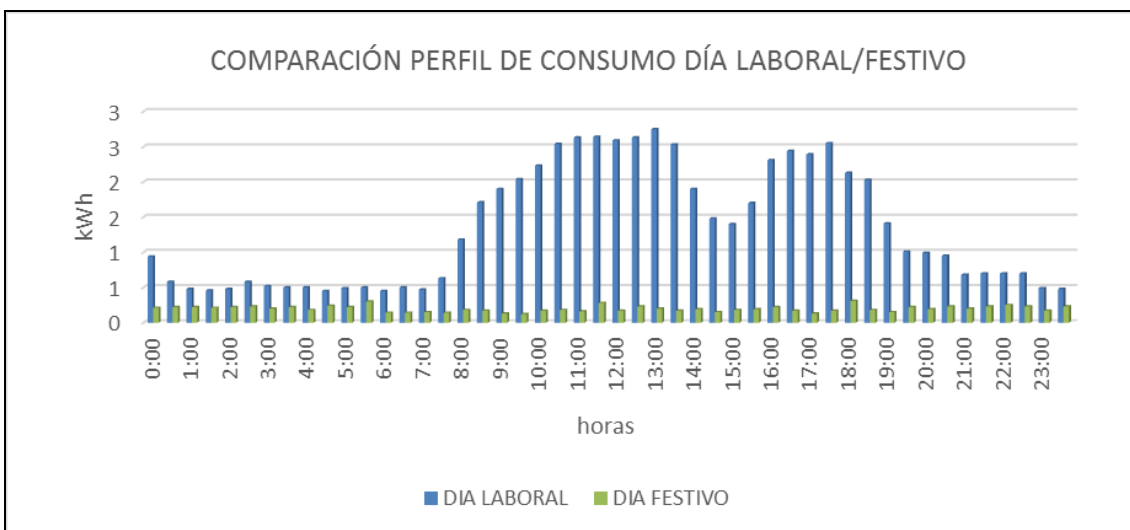


Figura 54: Comparación perfil de consumo módulos día laboral y día festivo



En la tabla superior podemos comprobar que también existe un pequeño consumo durante el período nocturno que se mantiene constante en 0.5kW/h que puede ser debido a los equipos de fuerza que se queden conectados en stand-by.

Por último analizaremos las instalaciones generales, en las que se incluyen los equipos de fuerza, ascensor y todos los aparatos de climatización.

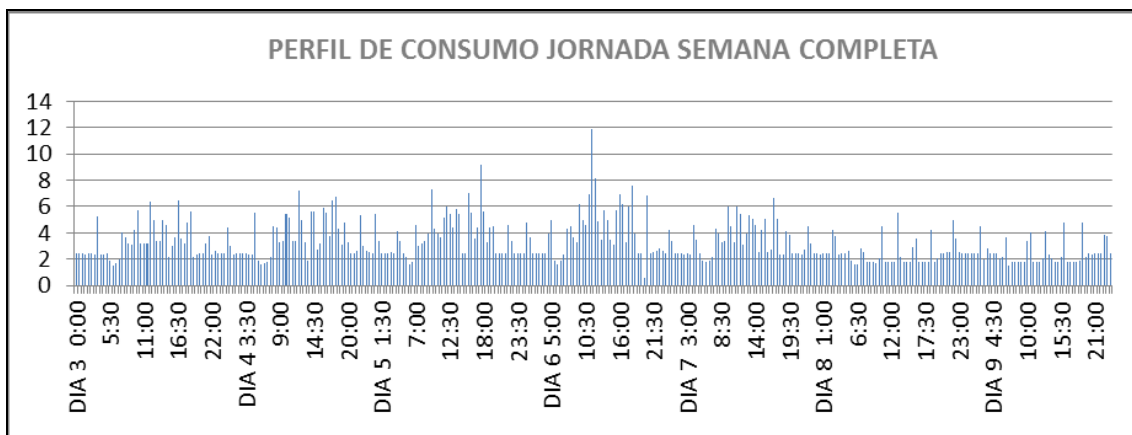


Figura 55: Perfil de consumo instalaciones generales en una semana tipo

La gráfica únicamente muestra los consumos generales, tales como los equipos de climatización no ubicados en la cubierta, equipos de fuerza, ascensor, motor de la puerta de entrada, sistema de vigilancia, termo eléctrico.

Los consumos fantasmas se mantienen en unos 3 kW, pero se puede observar que a ciertas horas nocturnas existen varios picos significativos de consumo inusuales que pueden ser debido a presuntos arranques de la maquinaria.

A continuación tenemos el perfil de consumo en un día festivo en comparación con un día laboral.

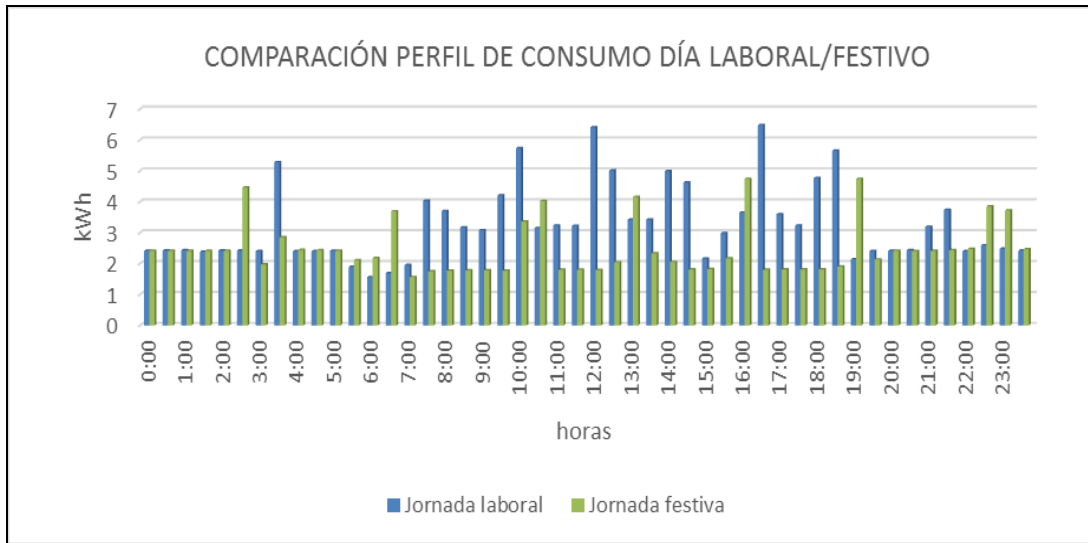


Figura 56: Comparativa del perfil de consumo instalaciones generales entre un día festivo y laboral

Como se puede observar en la tabla comparativa superior, los consumos fantasmas existentes en el edificio se mantienen constantes tanto en días laborables como festivos, siendo prácticamente uniforme de unos 2,5kW/h.

Además, como es un centro donde se ubican numerosas empresas y se mantiene abierto ininterrumpidamente, los consumos se mantienen prácticamente uniformes durante todo el año.

Por tanto, con el análisis exhaustivo realizado anteriormente podemos determinar que es evidente la presencia de claros consumos fantasma que se producen en horario nocturno y en jornadas festivas. Este consumo se reparte entre el alumbrado de las zonas comunes que se queda encendido por la noche, los equipos de fuerza de los despachos, y especialmente de los equipos de climatización. También cabe destacar los picos de consumos producidos uniformemente que se cree pueden ser debidos a los arranques producidos por la maquina CARRIER ya que se mantiene encendida durante todo el día.

## 13. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

---

Para poder determinar de forma objetiva y detallada el estado actual de las edificaciones, en los últimos años se han impulsado diversas Directivas europeas enfocadas a la certificación energética de edificios que permiten analizar el consumo energético producido y las emisiones de CO<sub>2</sub> que se impulsan a la atmósfera.

Todo ello debe permitir, detectar los puntos singulares ineficientes y plantear medidas de mejora específicas para conseguir un importante ahorro que como mínimo será del 20%.

El principal objetivo que debemos perseguir en este proyecto es reducir la demanda energética del edificio sin dejar de garantizar las condiciones básicas de habitabilidad y confort mínimas exigidas.

### 13.1 INTRODUCCIÓN

Esta certificación, es la herramienta que tienen las distintas Administraciones para asegurar el cumplimiento de los planes de ahorro de energía y de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

La certificación energética califica energéticamente un inmueble calculando el consumo anual de energía necesario para satisfacer la demanda energética de un edificio en condiciones normales de ocupación y funcionamiento (incluye la producción de agua caliente, calefacción, iluminación, refrigeración y ventilación).

La escala de calificación es de siete letras y varía entre las letras A (edificio más eficiente energéticamente) y G (edificio menos eficiente energéticamente). La etiqueta energética expresa la calificación energética del edificio.

Esta certificación proporciona información útil sobre el comportamiento energético del edificio. Al mismo tiempo, permite ofrecer opciones al usuario para saber cómo mejorar la eficiencia energética, mediante recomendaciones presentes en los certificados de eficiencia energética.

### 13.2 METODOLOGÍA.

El procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios, establece que la obtención de la calificación de eficiencia energética de un edificio se podrá realizar mediante una opción general, de carácter prestacional, verificada mediante un programa informático, o bien mediante una opción simplificada, de carácter prescriptivo que desarrolla la metodología de cálculo de una manera indirecta.

La opción general, permite limitar la demanda energética de los edificios de una manera directa, evaluando dicha demanda mediante un cálculo hora a hora, en régimen transitorio, del comportamiento térmico del edificio, teniendo en cuenta de manera simultánea las solicitaciones exteriores e interiores considerando los efectos de masa térmica.

Para ello, se realiza una simulación del edificio en cuestión, detallando exhaustivamente los cerramientos que forman la envolvente térmica y sus materiales.

Se ha optado por aplicar la opción simplificada que proporciona una calificación energética del edificio de una manera indirecta, a través de un conjunto de soluciones técnicas, definidas más adelante, que son coherentes con la verificación del cumplimiento de los requisitos mínimos de la Directiva 2002/91/CE.

Las únicas limitaciones a su empleo son las derivadas de la aplicabilidad del CTE-HE1, lo que significa que podrá utilizarse cuando se cumplan simultáneamente las condiciones de que el porcentaje de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie y de que el porcentaje de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.

Con lo cual, la calificación energética se realizará en concreto con el software informático CE3Xv1.1.

El CE3X ha superado el test de valoración y es reconocido como programa oficial para la certificación energética de edificios existentes por el Ministerio de Industria, Energía, Turismo y Fomento.

El programa se fundamenta en la comparación del edificio objeto de la certificación y una base de datos que ha sido elaborada por cada una de las ciudades representativas de las zonas climáticas, con los resultados obtenidos a partir de realizar un gran número de simulaciones con el programa CALENER. Cuando el usuario introduce los datos del edificio objeto, el programa parametriza dichas variables y las compara con las características de los casos recogidos en la base de datos.

El CE3X establece diferentes niveles de introducción de datos en función del grado de conocimiento de las características del edificio y sus instalaciones:

- a. Valores por defecto
- b. Valor estimado
- c. Valor conocido (ensayado/justificado)

En este estudio tratamos de obtener unos resultados lo más cercanos posibles a la realidad, escogiendo como preferentes los niveles b y c.

### 13.3 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Introduciendo en el programa descrito todos los parámetros anteriormente descritos obtenemos una calificación energética de la letra D como se muestra en la etiqueta siguiente:

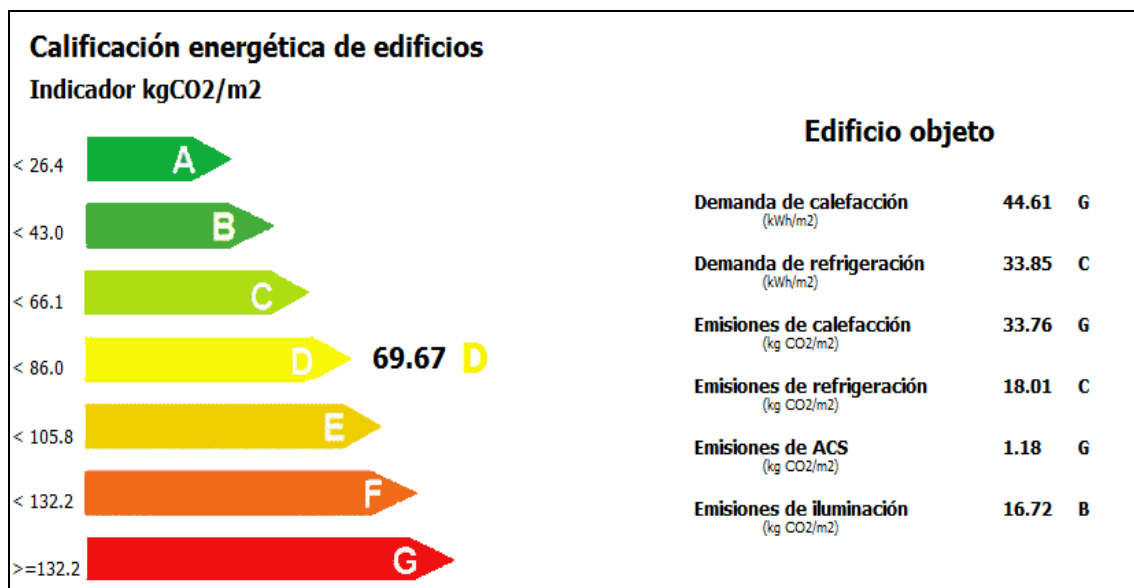


Figura 57: Calificación energética

Como se puede observar, la calificación energética obtenida es de  $69.67\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  con la letra D.

Si analizamos los resultados obtenidos en el edificio objeto podemos observar que los puntos más ineficientes son los relativos a la demanda de la calefacción, tal y como se ha ido detallado durante todo el proyecto.

A continuación vamos a pasar a desarrollar las posibles medidas de mejora a implantar para de este modo conseguir una calificación energética mayor.

## **MEDIDAS DE MEJORA PROPUESTAS**

Al tratarse de un edificio construido en el año 1995, le es de aplicación la normativa NBE-CT-79. Sin embargo, para poder establecer un juicio objetivo y emitir criterio sobre la adecuación de las cuestiones relacionadas en cuanto la eficiencia energética, el estudio se basará en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

El estudio se centrará principalmente en las instalaciones del edificio, puesto que la empresa contratante del proyecto no quiere que se planteen medidas relativas a la envolvente térmica del edificio, pues se trata de un edificio singular y de una estética característica que no desean sea modificada en ningún aspecto.

Por tanto, nos centraremos en el análisis de aquellas medidas de mejora que una vez aplicadas puedan suponer la reducción del consumo energético producido y del mismo modo puedan repercutir en un ahorro económico transcurrido el periodo de amortización.

Al tratarse de un edificio en donde diferentes empresas van ocupando los distintos despachos durante todo el año, para finalizar se plantean una serie de buenas prácticas en cuanto a eficiencia energética para que las tengan en cuenta los nuevos inquilinos. Aunque estas recomendaciones no produzcan ningún ahorro económico en sí mismo, crea una concienciación adecuada entre el personal para que entre todos puedan reducir o controlar de algún modo el consumo energético que producen.

## 14. MEDIDAS CORRECTORAS ILUMINACIÓN

---

La luz es una necesidad humana elemental y un buen nivel de iluminación, por lo tanto es esencial para el bienestar y la salud.

En una instalación de alumbrado general hay que conocer cuáles son los requisitos generales del usuario, dependiendo de factores tan diversos como la localización, el tipo de actividad, la edad de los usuarios, etc.

En una instalación de alumbrado interior, además de esto nos podemos encontrar con dos problemas específicos como son las luminarias que producen deslumbramientos directos o indirectos y las lámparas de temperatura de color o potencia inadecuada a la instalación, tanto por defecto como por exceso.

Por otro lado es muy importante la utilización de iluminación eficiente, mediante luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo y lámparas de alta eficacia luminosa (lumen/watio), unidas al uso de sistemas de control y regulación cuando sea posible adecuarlos a las necesidades del espacio a iluminar, lo que permitirá tener unos buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética.

La inversión económica se en función de las horas de funcionamiento y la potencia instalada en cada una de las estancias.

Las horas de funcionamiento varían en función de la existencia de detectores de presencia o no. En este caso al no existir detectores de presencia supondremos 8 horas de funcionamiento.

Para el desarrollo de las medidas de mejora se ha dividido el estudio en dos zonas, una primera de pasillos y zonas comunes donde existen luminarias Down light y otra con los espacios donde existen tubos fluorescentes de tecnología T8.



### **PROPUESTA 1: PROPUESTA CAMBIO LUMINARIAS DOWNLIGHT**

Se recomienda la sustitución en los pasillos principales de las tres plantas del edificio de la tecnología actual Down light por tecnología led. Concretamente se recomienda el cambio por lámparas con casquillo E27 de General Electric modelo GLS de 7,5W. La reducción en consumo por la propia lámpara con respecto a las actuales no es muy significativa, pero al evitar sustituciones, se produce un ahorro añadido en el mantenimiento.

Por tanto al consumo anual en euros de la instalación actual también se ha sumado el importe actual que conlleva el cambio de las lámparas actuales, las cuales tienen un ciclo de vida mucho menor que las propuestas.

### **PROPUESTA 2: OPTIMIZACIÓN ZONAS COMUNES**

En la actualidad las zonas comunes se dividen en tres plantas y cada una de ellas dispone de un circuito independiente. Se ha comprobado todo los días del año esta iluminación permanece encendida 24 horas, además de la iluminación exterior.

La iluminación de los pasillos permanece encendida completamente durante todo el día puesto que cada planta va conectada completamente a un mismo interruptor, impidiéndose de este modo la regulación de la intensidad lumínica y obligando de este modo al encendido y apagado en bloque de todas las luminarias de una misma planta.

A partir de las indicaciones del CTE, aconsejamos llevar a cabo una zonificación, dividiendo en circuitos, otorgando mayor independencia a cada zona y disponiendo de sistemas locales de gobierno del alumbrado, que pueden ser complementados con un sistema de régimen horario, de modo que, a determinada hora se apaguen las luces quedando únicamente las de vigilancia.

Por tanto, como medida de mejora se propone la instalación de distintas líneas provenientes del cuadro eléctrico para la independización del control de las distintas

luminarias, así como la colocación de varios relojes horarios e interruptores crepusculares.

Los relojes horarios son dispositivos que permiten controlar cargas eléctricas, haciendo que se activen o desactiven en un momento del tiempo determinado. Al tratarse de un elemento capaz de ser programado por el usuario puede escogerse los intervalos de tiempo de los distintos días de la semana en los cuales queremos que se activen una salida u otra salida, haciendo a su vez funcionar los elementos asociados a cada una de estas salidas cuando se desee.

Estos relojes, por tanto, permitirán tener controlado en todo momento la activación de los circuitos y en consecuencia su consumo, siendo una herramienta muy útil en la situación que nos atañe.

En el plano siguiente se detalla perfectamente la distribución de los distintos circuitos que se pretende realizar:

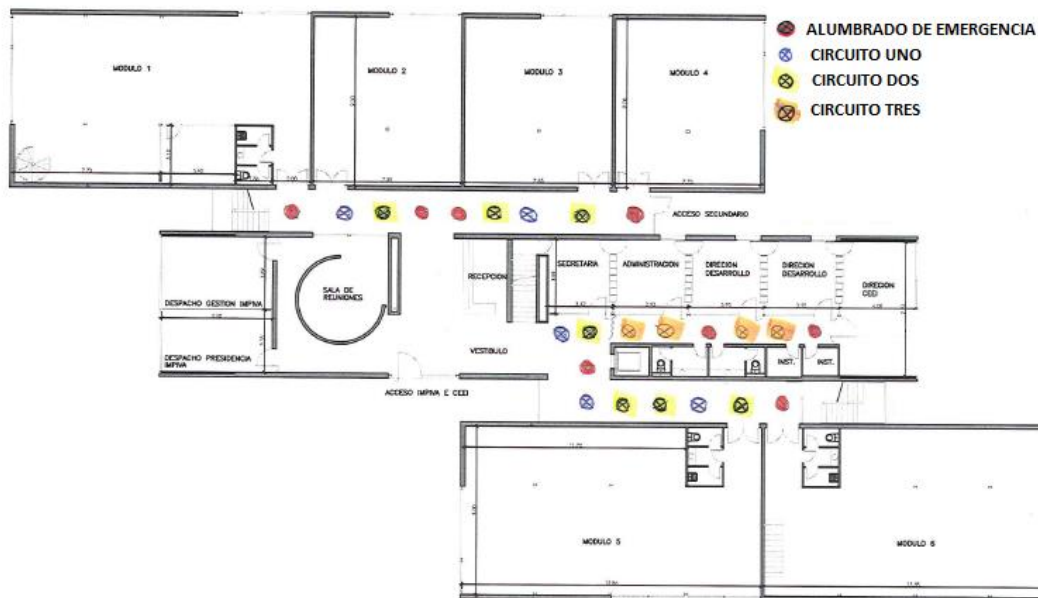


Figura 58: Luminarias zonas comunes planta baja

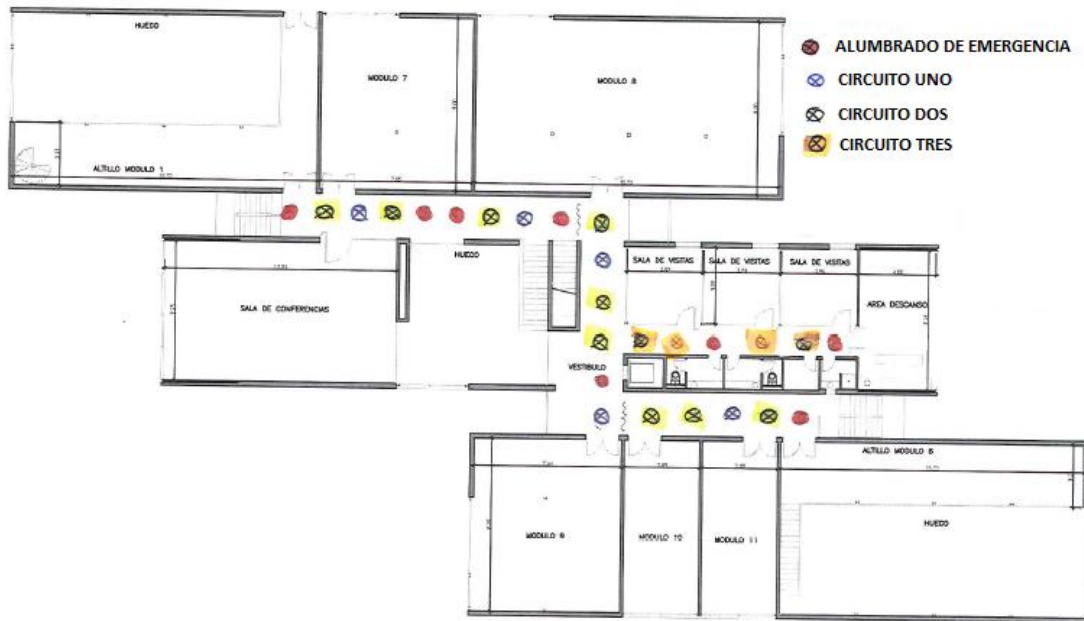


Figura 59: Luminarias zonas comunes planta primera

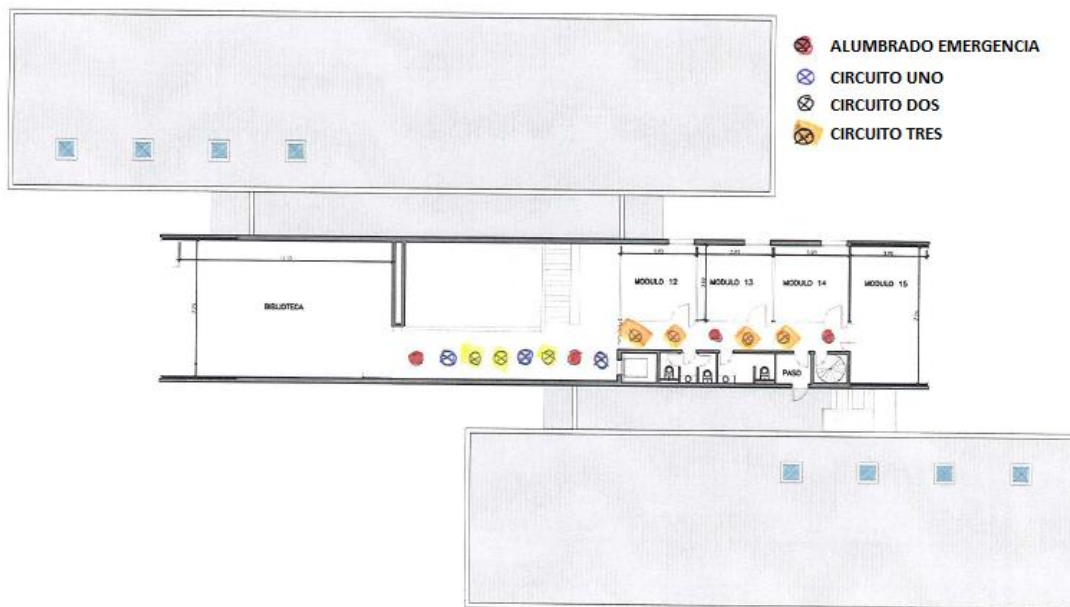


Figura 60: Luminarias zonas comunes planta segunda

-Alumbrado de emergencia: Se mantendrá encendido las 24 horas del día los 365 días del año ya que es el circuito correspondiente al alumbrado de emergencia y se colocarán las luminarias delante de cada entrada o acceso a escaleras y ascensor.

-Circuito uno y dos: El horario de funcionamiento de los relojes programables dependerá exclusivamente de las necesidades internas del personal del centro que podrán regularlo en todo momento.

-Circuito tres: Se mantendrá encendido durante la jornada laboral ya que se encuentra en una zona muy oscura, de elevada circulación y sin iluminación natural.

En la tabla siguiente se determina el consumo energético producido por la iluminación de las zonas comunes en horario nocturno. Cabe destacar que actualmente la iluminación se mantiene encendida los 365 días del año las 24 horas por motivos de seguridad.

<i>Ubicación</i>	<i>Descripción luminarias</i>	<i>Luminarias encendidas 24h</i>	<i>Potencia instaladas (W)</i>	<i>Consumo energético durante un año (KW/h)</i>
Pasillo planta baja	Lámpara bajo consumo 11W + reflector	24	264	2.312,64
Pasillo primera planta	Lámpara bajo consumo 11W + reflector	26	286	2.505,36
Pasillo segunda planta	Lámpara bajo consumo 11W + reflector	14	154	1.349,04
TOTAL			682	6.167,04

Tabla 26: Consumo energético iluminación zonas comunes

A continuación, se especifica el ahorro tanto del consumo energético como económico que se conseguiría si las luminarias de los pasillos de las tres plantas se mantuvieran apagadas en horario nocturno, exceptuando las 8 luminarias por planta que se consideran de emergencia y las 4 de planta segunda (situadas enfrente de cada salida o entrada de escalera). Hay que tener en cuenta que en este caso no todas las luminarias están encendidas los 365 días del año, puesto que en los días festivos

únicamente permanecerán activas por motivos de seguridad las luminarias de emergencia.

Según el horario laboral del centro especificado anteriormente se tendrán en cuenta 250 días laborables.

<i>Ubicación</i>	<i>Descripción luminarias</i>	<i>Luminarias encendidas 24h</i>	<i>Luminarias encendidas en horario diurno (10h)</i>	<i>Potencia instaladas (w)</i>	<i>Consumo energético durante un año (KW/h)</i>
Pasillo planta baja	Lámpara bajo consumo 11W + reflector	8	16	264	1.210,88
Pasillo primera planta	Lámpara bajo consumo 11W + reflector	8	18	286	1.264,88
Pasillo segunda planta	Lámpara bajo consumo 11W + reflector	4	10	154	660,44
				682	3.137,2

Tabla 27: Consumo energético iluminación zonas comunes tras la división por circuitos independientes

Por tanto, tras la implantación de las medidas de mejora se produciría una reducción del consumo energético de 3.029,84kW/h.

Para el cálculo del coste producido por el consumo energético se ha procedido a realizar un análisis exhaustivo de los distintos precios (€/kWh) a los que se les ha estado facturando la energía durante el año 2013 conforme a la definición de los períodos tarifarios especificada en el BOE 1.164/2.001 y sus siguientes Instrucciones Técnicas Complementarias.

Esta aproximación se realiza para que se reflejen en el cálculo las condiciones reales de explotación de la instalación. Si se considera una jornada de tipo completo, o sea de 8:00 hasta las 19:00, se observa que con la tarifa actual contratada 3.1 A la mayoría de los consumos se generan en el período tarifario P2 en invierno y P1 en verano, situación a tener en cuenta puesto que el precio al que se factura el kW/h en cada período varía considerablemente:

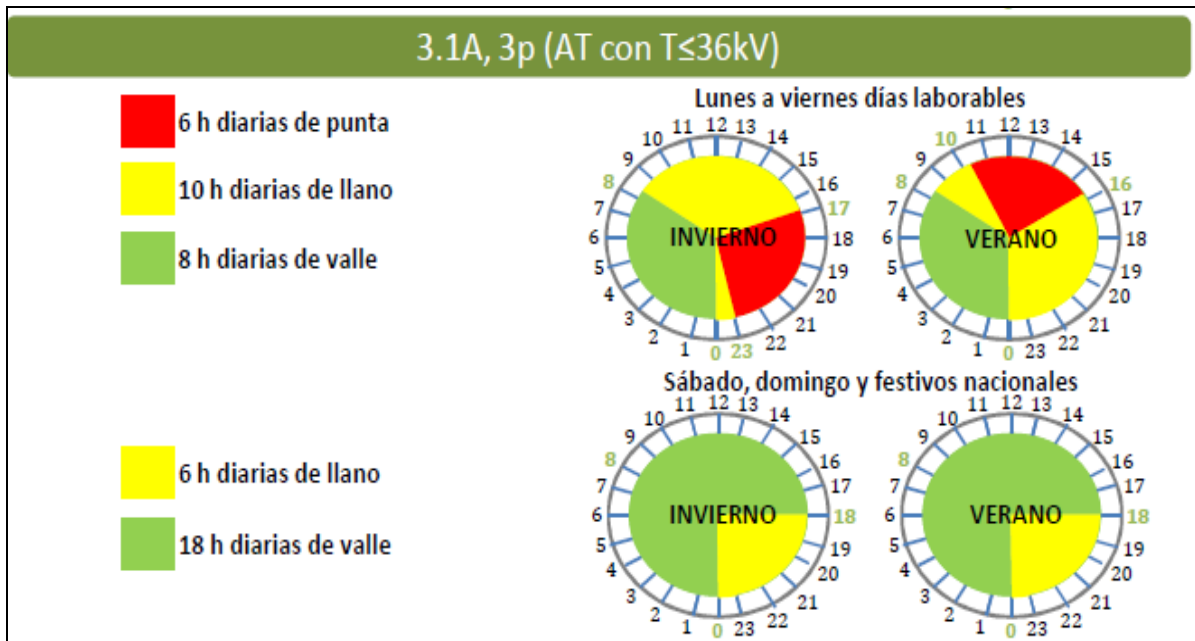


Figura 61: Distribución de los períodos tarifarios según Normativa correspondiente

El precio al que se factura la energía en cada uno de los períodos tarifarios será el especificado en la tabla siguiente, cogiendo como referencia el de facturación en el período 2013:

<b>PRECIOS kW/h POR PERIODOS SIN IMPUESTO ELECTRICO</b>		
<b>P1 (c€/kWh)</b>	<b>P2 (c€/kWh)</b>	<b>P3 (c€/kWh)</b>
14,7271	12,2106	8,1761

Tabla 28: precio al que se factura la energía según los periodos tarifarios

Por tanto, dividiendo cada una de los dos tipos de jornada existente (de lunes a viernes laborables y sábados, domingos y festivos nacionales) ya sea invierno o verano y en función del precio al que se paga el kW en cada periodo tarifario y la potencia instalada en el edificio calculamos el coste en €/kWh por cada hora para posteriormente poder calcular el coste económico anual.

	PERÍODO HORARIO		INVIERNO		VERANO		FESTIVIDADES	
			Período tarifario	€/kWh	Período tarifario	€/kWh	Período tarifario	€/kWh
1	8:00	9:00	Valle	0,0859	Llano	0,0859	Valle	0,0859
2	9:00	10:00	Llano	0,1283	Llano	0,1283	Valle	0,0859
3	10:00	11:00	Llano	0,1283	Punta	0,1283	Valle	0,0859
4	11:00	12:00	Llano	0,1283	Punta	0,1283	Valle	0,0859
5	12:00	13:00	Llano	0,1283	Punta	0,1283	Valle	0,0859
6	13:00	14:00	Llano	0,1283	Punta	0,1283	Valle	0,0859
7	14:00	15:00	Llano	0,1283	Punta	0,1283	Valle	0,0859
8	15:00	16:00	Llano	0,1283	Punta	0,1283	Valle	0,0859
9	16:00	17:00	Punta	0,1548	Llano	0,1548	Valle	0,0859
10	17:00	18:00	Punta	0,1548	Llano	0,1548	Valle	0,0859
11	18:00	19:00	Punta	0,1548	Llano	0,1548	Llano	0,1283
12	19:00	20:00	Punta	0,1548	Llano	0,1548	Llano	0,1283
13	20:00	21:00	Punta	0,1548	Llano	0,1548	Llano	0,1283
14	21:00	22:00	Punta	0,1548	Llano	0,1548	Llano	0,1283
15	22:00	23:00	Punta	0,1548	Llano	0,1548	Llano	0,1283
16	23:00	0:00	Llano	0,1283	Llano	0,1283	Llano	0,1283
17	0:00	1:00	Valle	0,0859	Valle	0,0859	Llano	0,1283
18	1:00	2:00	Valle	0,0859	Valle	0,0859	Valle	0,0859
19	2:00	3:00	Valle	0,0859	Valle	0,0859	Valle	0,0859
20	3:00	4:00	Valle	0,0859	Valle	0,0859	Valle	0,0859
21	4:00	5:00	Valle	0,0859	Valle	0,0859	Valle	0,0859
22	5:00	6:00	Valle	0,0859	Valle	0,0859	Valle	0,0859
23	6:00	7:00	Valle	0,0859	Valle	0,0859	Valle	0,0859
24	7:00	8:00	Valle	0,0859	Valle	0,0859	Valle	0,0859

Tabla 29: Coste de la energía en función del período horario y tarifario

La amortización de las medidas de mejora del cambio de luminarias Down light a LED y la implantación de relojes analógicos se calcularán conjuntamente.

Por tanto, si al cálculo que se ha especificado anteriormente del ahorro que produciría el apagado de las luminarias comunes que no sean de emergencia durante el período nocturno le añadimos la sustitución de las luminarias por tecnología LED de 7,5W obtendremos un ahorro total de:

	Consumo (kW/h)	Coste (€)
<b>Ahorro</b>	4.028,04	432,48

### **PROPUESTA 3: DETECTORES DE PRESENCIA**

Los detectores de presencia activan la luz al paso de una persona mediante sistemas de detección volumétricos o de movimiento. Son adecuados para pasillos no muy frecuentados y zonas de paso.

Los interruptores temporales realizan la misma función que los anteriores, pero con un coste más reducido. No obstante, es necesario activarlos de forma manual y tienen normalmente un menor margen de adaptación a la necesidad de cubrir.

En este caso solo será aplicable a los aseos del edificio ya que la complejidad del edificio lo hace inviable económicamente, puesto que nos encontramos con un acceso muy limitado a la instalación debido a la falta de cajas de acceso.

Los aseos son zonas con una ocupación muy intermitente, por lo que el ajuste del tiempo real de ocupación con el tiempo real de encendido puede producir grandes ahorros energéticos.

Estos detectores pueden ser instalados por el personal de mantenimiento puesto que su colocación es relativamente sencilla.

Para calcular el ahorro en el coste y el consumo económico producido por esta medida de mejora, dividiremos el consumo total en función de los tres períodos tarifarios establecidos para la tarificación 3.1A según se ha especificado anteriormente.

	<b>PERÍODOS TARIFARIOS</b>		
<b>PERÍODO TARIFARIO</b>	P1	P2	P3
<b>HORAS</b>	6	10	8
<b>%</b>	25%	42%	33%

Tabla 30: Distribución períodos tarifarios

Por tanto, tras calcular el consumo (kW/h) producido en los aseos en función de las horas de funcionamiento establecidas al principio del documento, que asciende a 1.575 kW/h y estableciendo que el ahorro producido por los detectores de presencia supone un 60% según la Guía de auditorías energéticas del IDAE, tenemos que:



<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>				
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>TOTAL</b>
<b>CONSUMO (kW/h)</b>	393,75	656,25	525	1.575,00
<b>PRECIO (€/kW h)</b>	0,15	0,13	0,09	
<b>COSTE ENERGÍA (€)</b>	60,95	84,23	45,12	190,30
<b>SITUACIÓN TRAS COLOCACIÓN DETECTORES DE PRESENCIA</b>				
<b>CONSUMO (kW /h)</b>	157,5	262,5	210	630,00
<b>PRECIO (€/kW h)</b>	0,15	0,13	0,09	
<b>COSTE ENERGÍA (€)</b>	24,38	33,69	18,05	76,12

Tabla 31: Cálculo de los ahorros energéticos y económicos

Por tanto, el ahorro económico anual producido tras la implantación de los detectores de presencia asciende a 114,18€.

### **Inversión económica y amortización medidas una y dos**

La inversión económica y la amortización de las tres medidas de mejora propuestas se realizarán en conjunto ya que de este modo se presupuestará una única mano de obra abaratando el coste de la intervención.

A continuación se adjunta el presupuesto de ejecución de las medidas de mejora. En el anexo V: "Presupuesto de ejecución", se adjunta el presupuesto en su totalidad.

		Nº DE OFERTA	OT178254 R01	
<b>P.VENTA (incluido p.p. mano de obra)</b>				
<b>Cdad.</b>	<b>Concepto</b>	<b>P. Unit.</b>	<b>P. Total</b>	
2	Ud. suministro, montaje y puesta en marcha de interruptor horario digital MICRO2	169,59	339,18	
1	Ud. suministro, montaje y puesta en marcha de RELE FOTOELECTRICO 10A ORIENTABLE	75,69	75,69	
6	Ud. suministro, montaje y puesta en marcha de PLAFON 10W 300K DET. PRESENCIA	69,65	417,90	
3	Ud. suministro, montaje y puesta en marcha de CONTACTOR ICT 16A 2NA 230/240V CA	76,17	228,51	
1	Ud. tendido nuevo cableado, modificación cuadro BT y modificación instalación existente con nueva agrupación de luminarias.	377,47	377,47	
1	Ud. Ayudas de albañilería para la realización de los registros necesarios para pasar el nuevo cableado por falso techo. Se incluye el posterior tapado y pintado del registro	158,29	158,29	
		<b>Total presupuesto</b>	<b>1.597,04</b>	
		<b>IVA 21%</b>	<b>335,38</b>	
		<b>TOTAL</b>	<b>1.932,42</b>	

Figura 62: Presupuesto ejecución

A este presupuesto de ejecución hay que añadirle el coste de las luminarias LED que asciende a 498,56€ sin IVA.

<b>INVERSIÓN ECONÓMICA</b>					
<b>LUMINARIA</b>	<b>SITUACIÓN</b>	<b>WATIOS</b>	<b>NÚMERO (U)</b>	<b>PRECIO (U)</b>	<b>PRECIO (€)</b>
Led 7,5W e27 gels	PLANTA BAJA	7,5	24	7,49	179,76
Led 7,5W e27 gels	PLANTA PRIMERA	7,5	26	7,49	194,74
Led 7,5W e27 gels	PLANTA SEGUNDA	7,5	14	7,49	104,86
			64	0,3	19,2
					498,56

Tabla 32: Inversión económica cambio a luminaria LED

Por lo tanto, sumando en conjunto los dos presupuestos obtendremos un presupuesto de ejecución inicial como el que se detalla a continuación:

<i>INVERSIÓN</i>	2.095,60
IVA 21%	440,08
<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN</b>	<b>2.535,68</b>

Tabla 33: Presupuesto ejecución inicial

Para obtener el tiempo de amortización hay que tener en cuenta el ahorro producido tras la implantación de las medidas de mejora:

<i>MEDIDA DE MEJORA</i>	<i>AHORRO ECONÓMICO (€)</i>
DETECTORES DE PRESENCIA	114,18
SUSTITUCIÓN POR TECNOLOGÍA LED Y RELOJES PROGRAMABLES	432,48

Tabla 34: Ahorro económico implantación medidas de mejora

Por tanto, en función de la inversión inicial y el ahorro producido el período de amortización será de cuatro años y ocho meses.

#### **PROPUESTA 4: CAMBIO LUMINARIAS PANTALLAS FLUORESCENTES**

En la actualidad los módulos, despachos y salas de reuniones la iluminación se basa en pantallas fluorescentes con tubos fluorescentes convencionales con tecnología T8 (26mm) de distintas potencias 58W, 36W y 18W.

Para el uso de oficinas se recomiendan instalar lámparas con polvos fluorescentes de la “nueva generación” que imiten luz en tres bandas relativamente estrechas, también denominados trifósforos, consiguiendo de este modo una eficacia mucho mayor que los polvos estándar y a la vez una mayor vida útil, debido a que la depreciación de la lámpara a lo largo de su vida es menor que en el caso de los fósforos estándar.

Los tubos fluorescentes T8 están dejando paso a tecnologías más eficientes como es el caso de los tubos fluorescentes T5 de 16mm de diámetro en los que siempre tendremos los polvos de la nueva generación.

La tecnología T5 presenta grandes ventajas respecto a la tecnología T8, siendo una de las principales que el sistema de iluminación no necesitará el cambio de la luminaria, sino que simplemente se utilizará un adaptador para tubos fluorescentes.

Estas lámparas trabajan siempre con un equipo electrónico que junto con el menor diámetro de la lámpara hace que la eficacia del sistema sea mayor, pudiendo alcanzar los 105lm/W.

Este tubo, cuando sustituye a un fluorescente tradicional T8 de 58W y 150 cm de largo, es capaz de ahorrar hasta un 45% de energía, siendo su duración de, como mínimo, el doble (8.000 horas, dependiendo de los ciclos de encendido puede llegar a las 16.000h) consiguiendo un aumento efectivo de cantidad de luz gracias al reflector incorporado que evita la iluminación inútil de la parte trasera de la luminaria.

Fluorescencia lineal de 26 mm	18-58	Cálido Neutro Frío	60-98	65-96	8000-16000	General
Fluorescencia lineal de 16 mm.	14-80	Cálido Neutro Frío	85	80-105	12000-16000	General

Tabla 35.:Guía IDAE Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Oficinas”

Si se va a sustituir un número importante de tubos, además del ahorro energético puede ser posible realizar una bajada de potencia contratada: el ahorro será doble.

Las soluciones que se proponen serán las siguientes:

<b>Potencia instalada (W)</b>	<b>Potencia propuesta (W)</b>	<b>Cantidad tubos</b>
<b>18</b>	14	148
<b>36</b>	28	84
<b>58</b>	36	108

Tabla 36: Propuesta cambio luminarias T8

Tras realizar el análisis de la potencia instalada una vez realizado el cambio de potencias, obtenemos una potencia total de 17.464W, una cantidad notablemente menor que la instalada anteriormente que era de 21.456W.

Esta reducción de potencia no solo permitirá un ahorro económico considerable sino que fomentará la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y será una mejora considerable para la conservación del medio ambiente.

Por lo tanto, debido a la gran reducción de la potencia instalada con la tecnología T5, conseguimos una gran reducción del coste anual total de la energía como se muestra de forma comparativa en el Anexo I y en función de las horas de funcionamiento. Las tablas están desglosadas en función de la potencia instalada en cada una de ellas.

En la actualidad tenemos un consumo total de 37.965,89 kW/h anuales, que tras la sustitución de las luminarias por la tecnología T5 se reduciría hasta aproximadamente los 28.544,70 kW/h.

### Comprobación cumplimiento normativa

La medida de mejora propuesta, por tanto, es la sustitución de las luminarias tubulares fluorescentes de tecnología T8 por la tecnología T5 de menor diámetro.

Esta sustitución se realiza, como se ha especificado anteriormente, porque estas últimas luminarias necesitan menor potencia para alcanzar valores de iluminancia similares y además, presentan balastos electrónicos, mucho más eficientes que los magnéticos que se tienen en la actualidad.

Como se ha podido comprobar al describir la instalación existente, en la actualidad, la mayoría de las estancias presentaban una iluminancia media mucho más elevada de las que se especifican en la norma UNE-12464-1 para iluminación interior, suponiendo un despilfarro innecesario.

Con lo cual, tras la implementación de las medidas de mejora se deberá comprobar mediante la simulación de cada uno de los locales afectados y utilizando el mismo software informático (DIALux ©) que se ha utilizado para el análisis de la instalación actual, que la instalación de iluminación que se pretende implantar cumplirá con los valores especificados tanto en el CTE DB HE3, como en la norma UNE 12464-1.

En la tabla que se muestra a continuación, se especifican las características de los distintos locales comparándolos en base a las directrices que nos marca las distintas normativas:

Localización	Em UNE 12464-1	VEEI CTE	Em	Cumplimiento CTE	VEEI	Cumplimiento CTE	Medida de mejora a adoptar
<b>Despacho 1</b>	500	3,5	552	VERDADERO	2,87	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Despacho 2</b>	500	3,5	552	VERDADERO	2,87	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Despacho 3</b>	500	3,5	552	VERDADERO	2,87	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Despacho 4</b>	500	3,5	552	VERDADERO	2,87	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Despacho 5</b>	500	4	570	VERDADERO	3,46	VERDADERO	Apagar un 20% de luminarias y cambiar a la tecnología T5
<b>Módulo A</b>	500	3,5	530	VERDADERO	2,92	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5

			520	VERDADERO	3,5	VERDADERO	
<b>Módulo C</b>	500	3,5	578	VERDADERO	2,60	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Módulo D</b>	500	3,5	558	VERDADERO	2,91	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5 y también regular la intensidad de las luminarias
<b>Módulo E</b>	500	3,5	501	VERDADERO	2,57	VERDADERO	Cambiar a T5
<b>Despacho 6</b>	500	3,5	501	VERDADERO	3,45	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Despacho 7</b>	500	3,5	501	VERDADERO	3,45	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Despacho 8</b>	500	3,5	501	VERDADERO	3,45	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Módulo G</b>	500	3,5	508	VERDADERO	3,33	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Módulo H</b>	500	3,5	505	VERDADERO	2,77	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
			512	VERDADERO	2,97	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Módulo J</b>	500	3,5	500	VERDADERO	2,41	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
			587	VERDADERO	2,88	VERDADERO	
<b>Módulo K</b>	500	3,5	503	VERDADERO	3,48	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
			553	VERDADERO	2,58	VERDADERO	
<b>Modulo L</b>	500	3,5	522	VERDADERO	3,41	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5 Y apagar el 20% de las luminarias
			516	VERDADERO	2,84	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Despacho 9</b>	500	3,5	633	VERDADERO	3,45	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Despacho 10</b>	500	3,5	633	VERDADERO	3,45	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Despacho 11</b>	500	3,5	633	VERDADERO	3,45	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5
<b>Despacho 12</b>	500	3,5	502	VERDADERO	3,45	VERDADERO	Cambiar a tecnología T5

Tabla 37: Cumplimiento exigencias normativa de iluminación

Como se puede comprobar, el cambio de luminarias supone la disminución de la iluminancia media del local sin dejar de cumplir las restricciones especificadas en la normativa vigente y cumpliéndose en todos los casos el valor de eficiencia energética determinado en el CTE.

Aun así, en algunos planos la iluminancia media sigue siendo excesiva y se ha propuesto como medida alternativa el apagado de un 20% de las luminarias instaladas.

En los anexos se incluyen la simulaciones realizadas con el software DIALux ©.

### Inversión económica y amortización

Una vez analizado el consumo total anual, se calculará su coste en función del coste del kW basándose en la tarifa contratada por el CEEI y en los tres períodos tarifarios especificada en el BOE 1164/2001 y sus siguientes Instrucciones Técnicas Complementarias:

PERÍODO TARIFARIO HORAS %	PERÍODOS TARIFARIOS		
	P1	P2	P3
	6	10	8
	25%	42%	33%

Tabla 38: Distribución períodos tarifarios

Por tanto, dividiendo el consumo total en estos tres períodos tarifarios y aplicándose a cada uno su correspondiente precio podemos calcular el coste total debido al consumo energético de la instalación de iluminación como se especifica en la tabla siguiente:

SITUACIÓN ACTUAL				
	P1	P2	P3	TOTAL
CONSUMO (kW/h)	9.491,47	15.819,12	12.655,30	37.965,89
PRECIO (€/kWh)	0,15	0,13	0,09	
COSTE ENERGÍA (€)	1.469,29	2.030,37	1.087,61	4.587,26

Tabla 39: Consumo energético y coste de la instalación actual

Aplicando el mismo procedimiento al consumo estimado tras la implantación de la medida de mejora se determina que:

SITUACIÓN TRAS M.M				
	P1	P2	P3	TOTAL
CONSUMO (kW/h)	7.136,17	11.893,62	9.514,90	28.544,70
PRECIO (€/kWh)	0,15	0,13	0,09	
COSTE ENERGÍA (€)	1.104,68	1.526,53	817,72	3.448,94

Tabla 40: Consumo energético y coste de la instalación tras el cambio de luminarias

El coste final es de 3.448,94 (€/año), tras la implantación de las medidas.

Siendo el ahorro anual conseguido de:

	<i>Coste anual (€/año)</i>
<b>Situación actual</b>	4.587,26
<b>Situación tras la implantación de medidas</b>	3.448,94
<b>Ahorro</b>	1.138,32

Tabla 41: Ahorro producido

El ahorro económico total es de 1.138,32 €/año.

En la tabla siguiente se detalla la propuesta de mejora detallada en función del tipo de tubo a instalar con su respectiva potencia.

<b>PROPUESTA DE MEJORA T5</b>				
<b>REFERENCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO (€)</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
EITK514W	KIT ADAPTADOR T5 + TUBO 14W (18W) TUBO INCLUIDO	148	12,48	1.847,04
EITK518W	KIT ADAPTADOR T5 + TUBO 28W (36W) TUBO INCLUIDO	84	16,76	1.407,84
EITK518W	KIT ADAPTADOR T5 + TUBO 35W (58W) TUBO INCLUIDO	108	20,66	2.231,28
	CANON ECORAE RD/208/2005	340	0,3	102
				5.588,16

Tabla 42: Inversión económica

La inversión inicial asciende a 6.761,67€. En esta inversión no se detallan los gastos relativos a mantenimiento ni instalación de los tubos T5, ya que como se ha detallado anteriormente no es necesaria una instalación específica y pueden ser colocados por los mismos operarios de mantenimiento.

Si fuera necesario mano de obra adicional habría que añadir los gastos correspondientes.

El presupuesto total por tanto será:

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN (€)</b>	5.588,16
IVA 21%	1.173,51
<b>TOTAL PRESUPUESTO (€)</b>	6.761

Tabla 43: Presupuesto de ejecución



El resultado total de la actuación a realizar asciende a 6.761€.

La conclusión es que esta medida de mejora tiene asociado un período de retorno del capital invertido de 6 años. Aunque parece un período largo, se aconseja llevar a cabo este cambio puesto que además los tubos fluorescentes están llegando al fin de su vida útil.

## 15. MEDIDAS CORRECTIVAS CLIMATIZACIÓN

Una vez analizado la instalación de climatización, sus respectivos consumos y especialmente las anomalías que presenta se determinan las posibles medidas de mejora.

### Cambio de la instalación de climatización del Salón de Actos

Como se ha comprobado anteriormente, la climatización del salón de actos no es adecuada ni cumple con las exigencias mínimas en plena ocupación.

Por tanto se plantea la posibilidad de instalar un equipo independiente de potencia nominal acorde a lo necesario en el cálculo de cargas, consiguiendo forzar menos la bomba de calor y garantizando un mayor rendimiento.

Las características técnicas de la nueva maquinaria serán las siguientes:

<i>Especificación</i>	<i>MARCA</i>	<i>MODELO</i>	<i>Potencia eléctrica (KW)</i>	<i>Potencia FRIO (KW)</i>	<i>Potencia CALOR (kW)</i>	<i>ERR</i>	<i>COP</i>
Instalación actual	CIATESA	IHA-0100	10,5	15	15,4	1,4	1,5
Instalación propuesta	CIATESA	IHA-0090	8,4 / 7,3	21,7	22,9	2,6	3,1

Tabla 44: Características técnicas nueva maquinaria

A continuación se detalla el presupuesto del cambio de la maquinaria completa.

<b>P.VENTA (incluido p.p. mano de obra)</b>			
Cdad.	Concepto	P. Unit.	P. Total
1	INSTALACIÓN EQUIPO INDEPENDIENTE SALÓN DE ACTOS Ud. Desmontaje de climatizar existente	146,12	146,12
1	Ud. Suministro y montaje de equipo Compacto Bomba de Calor de 21.8 kW en frío y 22.8 kW en calor. Incluso pp de accesorios de soportación, bancada de hormigón y puesta en marcha	5.395,39	5.395,39
1	Ud. Embocaduras de impulsión y retorno en conductos de chapa galvanizada aislada interiormente con Basotec	426,18	426,18
1	Ud. Medios de elevación mediante grúa en calle Ginjols	547,94	547,94
1	Ud. Instalación eléctrica de fuerza que incluye modificación de cuadro secundario, protecciones térmicas y diferencial y cableado.	1.095,88	1.095,88
1	Ud. Modificación difusión existente por toberas de largo alcance (10 unidades para 400m3/h cada una). Será necesario realizar trabajos de escayola para taponar el frontal del falseado y colocar en la superficie nueva las toberas, todo ello incluido en el precio.	2.191,76	2.191,76
		Total presupuesto	<b>9803,28</b>
		IVA 18%	1764,59
		<b>TOTAL</b>	<b>11567,87</b>

Figura 63: Presupuesto de ejecución cambio instalación salón de actos

El ahorro energético producido por el aumento de la eficiencia energética de la nueva instalación que permite alcanzar unas condiciones óptimas de climatización a la estancia con una menor potencia de absorción es de 1.858 KW/h. A este ahorro hay que sumarle también el que se produce al tener una climatización adecuada a las condiciones de confort exigidas determinada en el pertinente estudio de cargas térmicas. Esta mejora de la instalación produce que la maquinaria no trabaje de forma forzada y pueda satisfacer perfectamente las condiciones mínimas exigibles.

Aun así, la inversión inicial que hay que realizar es extremadamente elevada en relación al uso que se le da al salón de actos.

### Aislamiento tuberías

Otro de los puntos especialmente ineficientes de la instalación de clima es el estado de las tuberías. En mucho de los casos las tuberías presentan un elevado grado de corrosión debido a su contacto con el aire exterior y un aislamiento prácticamente inexistente.

Por ello, se plantea la posibilidad de asilar todas las tuberías del edificio, exceptuando las de planta baja que fueron debidamente mejoradas este año.

Se plantea un aislamiento a base de Armaflex IT, un aislamiento térmico de espuma elastomérica a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada y con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua.

Se complementará con un revestimiento de chapa de aluminio de 0.6mm de espesor como protección mecánica que permita alargar la vida de este aislamiento, tal y como están los conductos de refrigeración.

Según el RITE y el CTE HE4-3.3.5.5 se deben aislar no solo las tuberías sino todos los componentes de transporte de agua.

Del mismo modo, mediante el aislamiento de las tuberías se pretende evitar condensaciones superficiales. Esto se produce cuando el aire caliente está próximo a una instalación de frío (como es en nuestro caso), su humedad relativa aumenta, pudiendo pasar del punto de rocío y provocar la condensación superficial.

En instalaciones que no están bien aisladas, las gotas de agua o el hielo de la condensación perturban sensiblemente el funcionamiento causando daños importantes y a veces irreparables.

Por esta razón, el primer objetivo de los especificados para estas instalaciones es conseguir mediante el uso de un adecuado aislamiento térmico, que su superficie permanezca seca y nos garantice una temperatura superficial superior a la de rocío.

En la figura siguiente, se muestran las distintas posibilidades de comportamiento térmico, desde una situación con temperatura interior a 0 °C, cuando no hay aislamiento, hasta otra con temperatura próxima a la del ambiente y por encima de la de rocío, cuando se ha colocado un espesor de aislamiento adecuado.

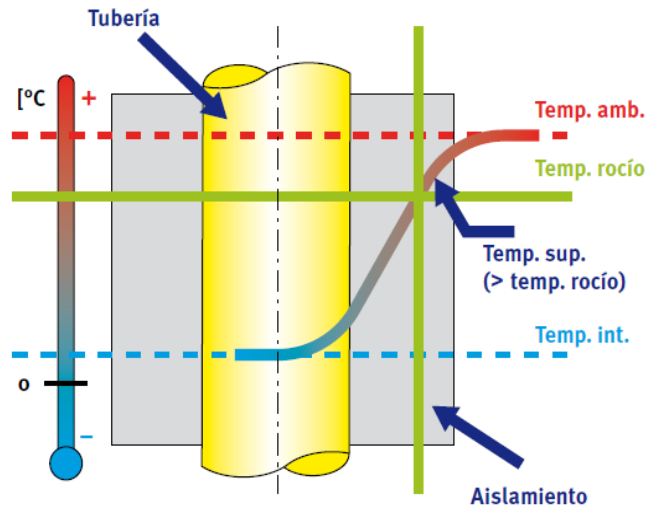


Figura 64: Comportamiento térmico tubería  
\*Guía aislamiento con espumas flexibles clima. IDEA

Por tanto, el presupuesto de ejecución del aislamiento completo de las tuberías es el siguiente.

### PRECIOS DE VENTA

Cdad.	Concepto	P. Unit.	P. Total
46	ML TUBERÍA DE 3" (30MM DE ESPESOR)	43	1999
13	CODOS TUBERÍA DE 3" (30MM DE ESPESOR)	26	339
6	VÁLVULAS TUBERÍA DE 3" (30 MM DE ESPESOR)	65	391
1	BOMBA TUBERÍA DE 3" (30MM DE ESPESOR)	43	43
4	ML TUBERÍA DE 4" (40MM DE ESPESOR)	61	245
5	ML TUBERÍA DE 1" (20MM DE ESPESOR)	28	141
6	CODOS TUBERÍA DE 1" (20MM DE ESPESOR)	17	101
<b>TOTAL</b>			<b>3259</b>

Figura 65: Presupuesto de ejecución aislamiento tuberías

Los espesores mínimos establecidos son calculados por la empresa instaladora en base a los espesores mínimos de aislamiento que establece el RITE en base a un determinado coeficiente de conductividad.

Aunque la inversión inicial es elevada, el ahorro energético derivado de la aplicación de esta medida es considerable. Basándonos en las especificaciones del RITE, se determina que los ahorros pueden ascender incluso hasta el 85-90% con respecto a la instalación sin aislar.

En el diagrama siguiente se recoge con más detalle las pérdidas energéticas de varias tuberías sin aislar en comparación con tuberías aisladas con distintos espesores que especifica el RITE.

La primera columna de la izquierda representa las pérdidas en tuberías sin aislar y las otras aisladas con distintos espesores recomendados en el RITE.

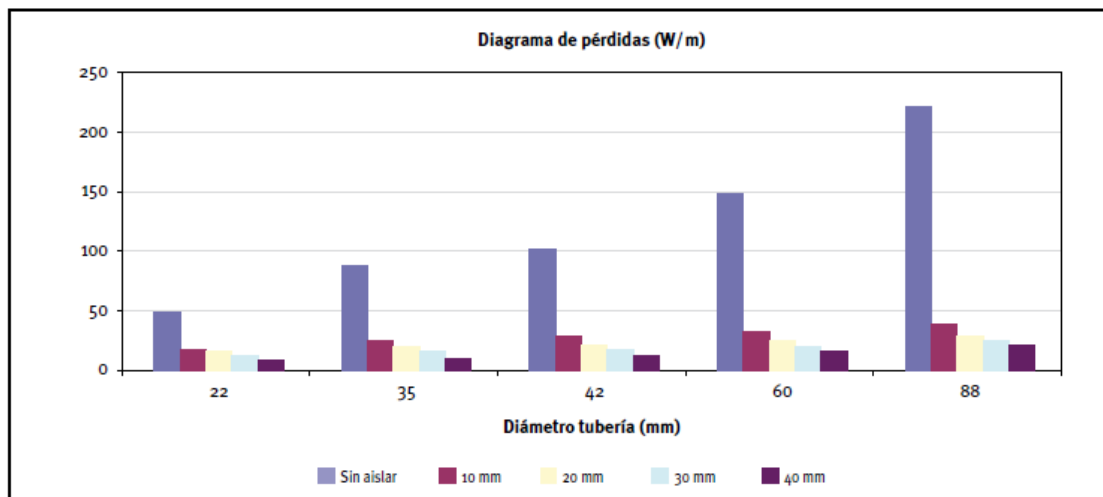


Figura 66: Estudio comparativo de pérdidas energéticas en tuberías. RITE

No se ha cuantificado el ahorro energético específico de esta propuesta porque no se trata de pasar de una red no aislada a otra aislada, sino que hay pequeños tramos deteriorados y componentes que lo están y otros no.

En cualquier caso como se ha explicado anteriormente, esta actuación repercutiría enormemente en una disminución del consumo y alargaría la vida de los conductos y componentes.

### Consumo de la instalación

Otro punto a tener en cuenta es que ambas unidades (la enfriadora CARRIER y la CIATESA) trabajan con compresores todo/nada, lo que significa que la maquinaria o se mantiene apagada o funcional al 100% de su capacidad, lo que conlleva un gasto adicional en los continuos arranques y paradas.

Gracias al software de gestión para el módulo de climatización, podemos ver los continuos arranques y paradas que realizan las unidades.

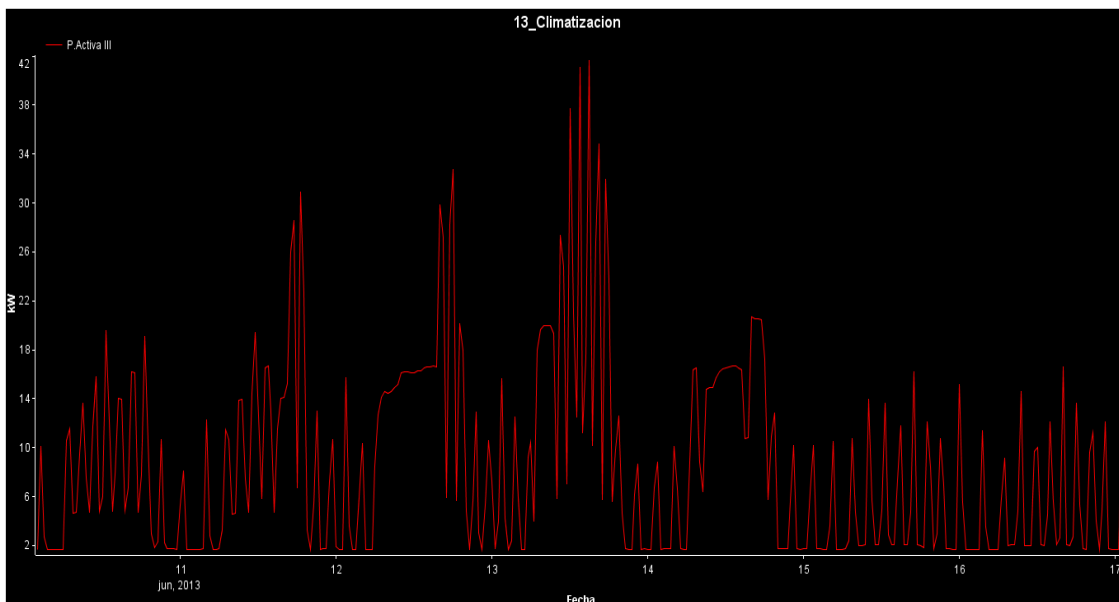


Figura 67: Evolución de la potencia consumida durante un día laboral por la instalación de clima.

Por otro lado, como se ha especificado anteriormente durante el análisis de los consumos de las instalaciones del edificio, se ha podido determinar que hay una gran parte del consumo que se produce en horario nocturno cuando el porcentaje de gente que se encuentra en el edificio es prácticamente nulo.

Aunque una parte del consumo fantasma proviene de la instalación de iluminación de las zonas comunes que se queda encendida por la noche (0.5kW) y de los equipos de fuerza de los despachos (0.5kW), la instalación de climatización presenta un consumo fuera de la jornada laboral de 3kW.

Además, el consumo producido no es uniforme y presenta grandes picos cada 5 horas aproximadamente, lo que se cree puede ser debido a la enfriadora CARRIER que se queda encendida por la noche y arranca en horario nocturno cuando las temperaturas descienden.

Por tanto, para poder determinar con exactitud si se produce una reducción del consumo energético manteniendo la instalación de climatización apagada en horario nocturno, se propondrá realizar un estudio comparativo durante dos semanas similares y con condiciones meteorológicas extremas. Una de ellas se analizará con la instalación encendida y el segundo análisis se realizará con la instalación apagada durante las horas nocturnas.

Tras realizar esta toma de datos se obtendrá una tabla comparativa que nos indicará la cantidad de ahorro adquirido y qué condiciones de confort se pueden conseguir.



## 16 MEDIDAS CORRECTIVAS FUERZA

La mejora que se propone consiste en la instalación de eliminadores de stand-by a todos aquellos equipos electrónicos que pueden desconectarse completamente de la red eléctrica (especialmente ordenadores). Los eliminadores de stand-by miden la corriente que circula por los aparatos cuando están encendidos, de forma que cuando entran en stand-by detecta la disminución de consumo y corta el paso de corriente, apagándolos por completo. Al encenderlos, el eliminador detecta la demanda de potencia y vuelve a conectar el paso de electricidad. Para ello el eliminador queda en modo de espera, por lo que es interesante que se utilice para desconectar varios aparatos a la vez.

La principal ventaja frente a las regletas convencionales de interruptor es que no necesitan la vigilancia permanente del usuario, por lo que se evitan las situaciones de olvido en las que quedaban los equipos encendidos.

La inversión inicial es considerablemente baja puesto que cada una de estas regletas oscilan sobre los 20€ actualmente en el mercado.

Suponiendo la utilización de 10 regletas de estas características que se pondrán en funcionamiento tras la finalización de la jornada laboral y los fines de semana, tendremos que:

<i>inversión inicial (€)</i>	<i>Ahorro energético (kW/h)</i>	<i>Ahorro económico (€)</i>	<i>Período de retorno (años)</i>
200	6.828,50	502,96	0,40

Tabla 45: Ahorro producido por la implantación de la medida de mejora

La implantación de esta medida de mejora se amortizará en poco menos de medio año, siendo especialmente recomendable ya que es un consumo energético innecesario y que produce mucho consumo fantasma en horario nocturno.

## 17. MEDIDAS CORRECTIVAS AGUA

### Instalación de aireadores en grifería

Una de las medidas que se propone implantar es la instalación de aireadores de grifería en los lavabos y fregaderos, ya que permiten un ahorro de hasta el 50% de agua puesto que estos aireadores le agregan aire al agua para hacer una mezcla de agua y burbujas, lo cual permite que el agua salga con más fuerza y presión.

Sería una actuación a corto plazo ya que solo habría que dotar el sistema con el aireador para alcanzar un menor consumo de agua.

Según la Agencia catalana del Agua, se estima que en una oficina se utilizan de 26 a 34 litros de agua por persona y día, por lo que estimaremos un promedio de 30 l/persona/día.

Eligiendo por tanto, un aireador de la marca TEHSA, en concreto el producto RST-TEHSA perlizador e Hhippo aireador, se especifica en sus características técnicas que produce un ahorro del 63% del agua inicial.

Antes de realizar el ahorro económico y la amortización que se produciría con la implantación de estos aireadores, cabe destacar que en las oficinas sin medidas de ahorro, se ha estimado que el consumo corresponde al 60% del total para uso de grifos y de cisternas.

<i>Dispositivos</i>	<i>12</i>	<i>u</i>
Consumo estimado (60%)	18	l/persona/día
Ocupantes	50	personas

Para el cálculo correspondiente se hace una aproximación para la utilización de agua en lavabos y sanitarios, siendo mucho más elevado este consumo puesto que

también se utiliza el agua para el riego del jardín y por el personal de limpieza del edificio.

Con los datos anteriormente detallados tendremos que:

	SITUACIÓN ACTUAL	TRAS IMPLANTACIÓN M.M.D (menos 63%)
Consumo l/Día	900	333
Coste del agua (€/m3)	2,5	2,5
Coste diario (€/día)	2,25	0,8325
Coste anual (€/año)	562,5	208,12

Tabla 46: Ahorro producido por la implantación de la medida de mejora

El ahorro producido por la implantación de aireadores en la grifería es de 354,38€, que suponiendo una inversión inicial de 2€/grifo y teniendo un total de 12 dispositivos, se estima un período de amortización de un mes.

#### Cambio del termo eléctrico

El termo eléctrico presenta un estado de envejecimiento y de falta de mantenimiento considerable, por lo que una de las posibilidades que la dirección del centro se estaba planteando para aprovechar esta situación era la sustitución del termo eléctrico por un calentador de gas natural.

Aunque esta proposición viene implantada por el personal interno del centro se ha tenido en cuenta para la realización de la calificación energética. Hay que destacar que el consumo energético se reduciría en gran medida puesto que con el calentador de gas natural se consumiría energía únicamente en el momento de precisar ACS y con el termo eléctrico es necesario mantener el agua en el acumulador permanentemente a elevada temperatura.

También se produciría un ahorro económico puesto que actualmente el precio del gas natural es mucho más económico que el precio de la energía eléctrica.

## 18. MEDIDAS DE AHORRO EN EL SUMINISTRO ELÉCTRICO

---

El suministro de electricidad viene grabado según los tipos de contrato. A continuación se explicará la optimización de todas las variables que pueden formar parte del mismo. Estas medidas no provocan un ahorro energético, sino sólo un ahorro económico, pero debido al bajo coste de su implantación son siempre recomendables a la hora de llevar a cabo una auditoría.

### 18.1 Optimización del tipo de contrato

Según características como el consumo energético o la tensión a la que se proporciona ese consumo, existen un número variable de tarifas que se pueden aplicar a un suministro. El modo de optimizar las tarifas se realiza minimizando los costes que se producen al introducir los consumos eléctricos reales históricos de la empresa en un simulador de tarifas.

### 18.2 Optimización de la potencia máxima contratada

La potencia máxima consumida se optimiza de un modo muy sencillo. En los casos en los que la potencia contratada supere un cierto valor, se coloca en el registro un medidor de potencia. En el momento en el que la potencia instantánea supere en más de un 5% a la contratada, se castiga al consumidor con un precio estipulado por cada unidad de potencia. Así la optimización de esta variable es tan simple como calcular el mínimo de la suma de los costes de la potencia contratada y el exceso de potencia.

### 18.3 Optimización de la energía reactiva consumida

La energía reactiva se carga cuando se excede un límite determinado. En este caso la mejor opción es la de instalar un conjunto de batería de condensadores, para lograr elevar el coseno de fi y conseguir el mínimo consumo de energía reactiva.

En este caso se ha hecho un estudio exhaustivo del perfil de consumo y de la facturación anual del edificio.

Con los datos relativos a la facturación de los últimos doce meses se va a proceder a realizar la optimización de potencia máxima contratada, ya que presenta una problemática cuando la potencia activa consumida sobrepasa el valor de la potencia que se tiene contratada.

Esto lo registra un instrumento denominado maxímetro que marca el máximo valor que se ha alcanzado de potencia.

Existen varios métodos empíricos que permiten calcular la optimización de potencia en base a datos reales medidos en un período largo de tiempo, generalmente, un año. La base de un estudio debe contar con las siguientes consignas:

- ❖ Que ese año de estudio sea un año típico, es decir, que la producción haya sido normal sin excesos ni defectos en su capacidad.
- ❖ Que durante ese período a estudiar no hayan existido ampliaciones o disminuciones de la producción significativas que hayan supuesto desaparición o nueva incorporación de maquinaria de consumo eléctrico.

El cálculo del exceso de potencias registradas frente a las contratadas se regirá en función del RD 1164/2001 y sus posteriores Instrucciones Técnicas Complementarias.

Según este Real Decreto existen tres situaciones de pago por potencia:

-Si el valor del maxímetro registrado es menor del 85% de la potencia contratada, se facturará el 85% de ese valor contratado, con la consecuente bonificación.

-Si el valor se encuentra entre el 85% y el 105%, se facturará el valor exacto de lo que registre el maxímetro.

-Si el valor es superior al 105%, lo que se facturará será el valor registrado por el máxímetro más el doble de la diferencia entre ese valor registrado y el 105%, lo que puede suponer una penalización muy importante.

Para ver en qué situación nos encontramos, realizamos una tabla comparativa entre los excesos de potencia registrados en el último año y la potencia contratada, como se muestra a continuación.

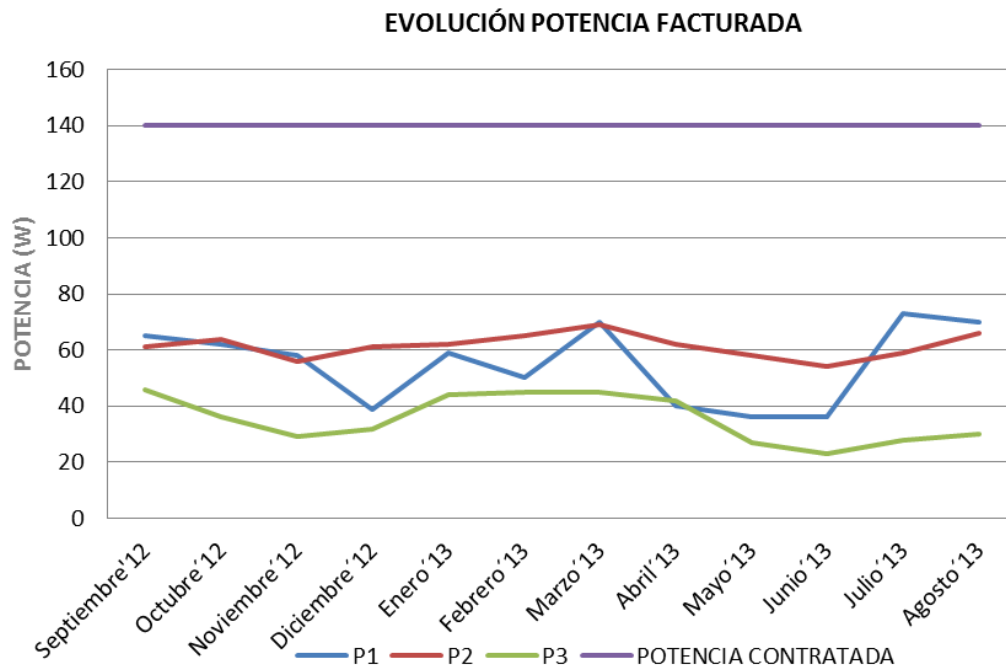


Figura 68: Comparación potencia máxímetro frente a potencia contratada

En esta gráfica son muy importantes los valores en los cuales la potencia máxima no llega al valor contratado (140W). En este caso la potencia contratada es de 140kW, y cada vez que la potencia máxima registrada no llega al 85% de la potencia contratada, se facturará el 85% igualmente, siendo el coste muy superior puesto que los excesos de potencia son mucho menores.

Para determinar el porcentaje de más que se está penalizando, se realizará la misma gráfica pero realizando la comparación con el 85% de la potencia contratada que en este caso es 119kW.

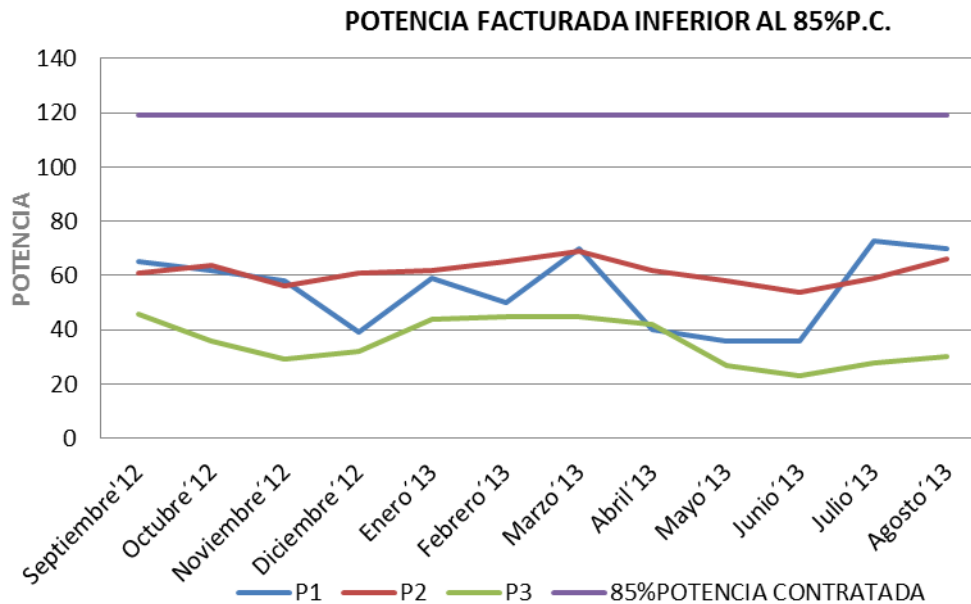


Figura 69: Comparación potencia maxímetro frente al 85% Potencia Contratada

Como se puede observar en la gráfica superior, en todos los períodos y en todos los meses se producen unos excesos mucho menores al 85% de la potencia contratada, por lo que la penalización que se paga es muy elevada.

En este caso es casi imprescindible hacer un reajuste de potencia contratada puesto que los ahorros serán bastante significativos.

Tras realizar la optimización de potencia obtenemos los siguientes resultados:

<b>POTENCIA CONTRATADA</b>	<b>140 kW</b>
<b>POTENCIA OPTIMIZADA</b>	<b>65.9 kW</b>

Como se puede observar, la potencia a contratar se podría disminuir de 140 kW a 65.9 kW para obtener el menor coste posible de exceso de potencia.

Aun así, hay que tener en cuenta la presencia del ICP (Interruptor de control de Potencia). Este ICP es un limitador de la potencia consumida, de forma que si se supera, salta el interruptor e interrumpe momentáneamente el suministro eléctrico.

Si se limitara mucho la potencia y los excesos fueran los mismos, se podrían producir numerosos cortes del suministro que interrumpirían el adecuado desarrollo y funcionamiento del centro.

Por lo tanto, se analizarán los excesos de potencia mensuales y se determinarán en que mes y período tarifario se producen:

MAXIMETRO		
P1	P2	P3
65	61	46
62	64	36
58	56	29
39	61	32
59	62	44
50	65	45
70	69	45
40	62	42
36	58	27
36	54	23
73	59	28
70	66	30

Tabla 47: Valores máxímetro

En el gráfico siguiente se podrá observar la evolución más claramente:

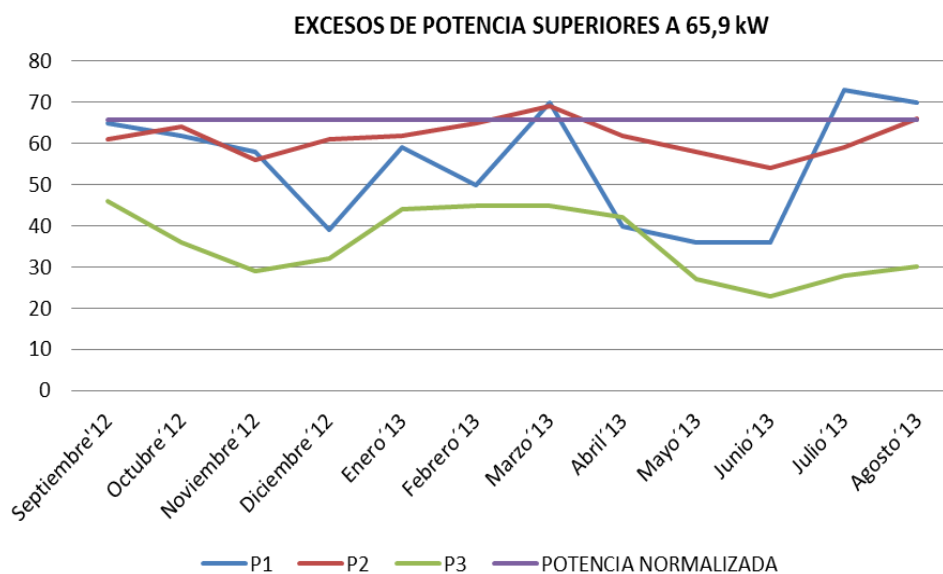


Figura 70: Comparación potencia máxímetro frente a la potencia normalizada



Los meses donde se producen excesos de potencia superiores a 65.9 kW, son en los meses de verano y coincidiendo con la período tarifario P1.

Al reducir la potencia contratada de 140kW a 65,2kW, el coste de facturación se reduce en un 48%, produciendo un ahorro económico de 7.263,88€/año.

### **ENVOLVENTE TÉRMICA**

Como se ha especificado anteriormente, la envolvente térmica del edificio (en relación a los cerramientos verticales), está constituida por tres sistemas constructivos distintos. Estos sistemas constructivos presentan unas transmitancias térmicas bastante reducidas por lo que la calidad del aislamiento es bastante buena, a excepción de la fachada constituida por alucobond, que presenta una transmitancia de casi 3,5 W/m<sup>2</sup> K.

Pero la ineficiencia más significativa en relación a la envolvente térmica es sin ninguna duda los puentes térmicos.

Los huecos están formados por vigas metálicas sin ningún tipo de aislamiento ni rotura de puente térmico presentando en muchas ocasiones numerosas infiltraciones.

Una de las medidas de mejora que se podría plantear es la actuación sobre estos puentes térmicos, lo que supondría la modificación completa de la estética del edificio y la mejora del aislamiento térmico en la fachada constituida por alucobond.

Esta medida de mejora no ha sido desarrollada puesto que el personal interno del centro de negocios no ha querido que se planteen medidas sobre actuaciones en fachada puesto que es un edificio muy singular y con una estética muy característica.

## 19. RESUMEN MEDIDAS DE AHORRO

A modo de tabla resumen se especifican en la tabla siguiente una tabla comparativa con las distintas medidas de mejora propuestas, así como lo que supondría su inversión inicial, ahorros económico y energético y período de amortización.

<i>MEDIDA DE MEJORA</i>	<i>DESCRIPCIÓN MEDIDA DE MEJORA</i>	<i>AHORRO EN EL CONSUMO (kW/h) año</i>	<i>AHORRO ECONÓMICO (€)</i>	<i>INVERSIÓN INICIAL (€)</i>	<i>RETORNO NO (años)</i>
1	Introducción de detectores de presencia	945,00	114,18	1.932,42	4,45
2	Apagado de las luminarias de los pasillos durante el horario nocturno	4.028,04	432,48		
3	Cambio de luminarias Downlight a Led		126,51	498,56	
4	Cambio luminarias fluorescentes T8 a fluorescentes T5	9.421,19	1.138,32	6.761,00	5,94
5	Aislamiento tuberías de climatización			3.259,00	
6	Cambio maquinaria climatización del salón de actos			11.567,00	
7	Interruptores programables	6.828,50	502,96	200,00	0,40
8	Implantación de aireadores	567,00	354,38	24,00	0,07
9	Optimización de potencia	0,00	7.263,88	0,00	0,00

## 20. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA MEDIDAS DE MEJORA

Una vez analizadas las respectivas medidas de mejora realizamos de nuevo la certificación energética del edificio y determinaremos que calificación se obtendría con la implantación de cada una de las medidas.

### MM1 ACS.

Incorporamos la medida de mejora del cambio del termo eléctrico por un calentador de gas natural.

La calificación energética obtenida con la implantación de esta medida es la siguiente.

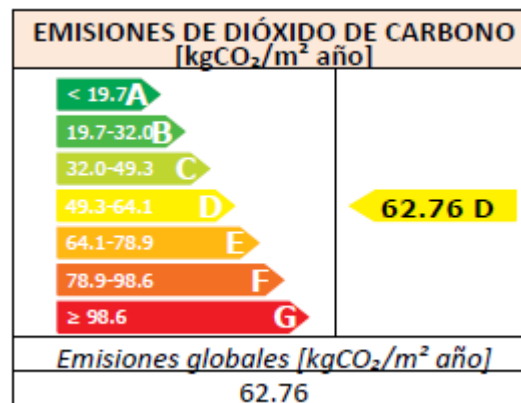


Figura 71: Calificación energética tras la implantación de la MM1

La calificación se mantiene con la misma letra “D” pero han disminuido ligeramente las emisiones globales de kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, pasando de 69,67 a 62,76kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> al año.

Estas emisiones han mejorado significativamente en la demanda y emisiones de la refrigeración y de la calefacción respectivamente:

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m <sup>2</sup> año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m <sup>2</sup> año]	
< 3.8 A		< 10.5 A	
3.8-13.4 B		10.5-19.1 B	
13.4-26.8 C		19.1-31.0 C	26.96 C
26.8-38.3 D		31.0-41.2 D	
38.3-49.8 E		41.2-51.4 E	
49.8-65.1 F	61.35 F	51.4-65.0 F	
≥ 65.1 G		≥ 65.0 G	
<i>Demanda global de calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		<i>Demanda global de refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	
61.35		26.96	

Figura 72: Demandas de calefacción y refrigeración tras la implantación de la MM1

Aunque la demanda en kWh/m<sup>2</sup> año de la calefacción ha disminuido un 16,7% tras la aplicación de esta medida de mejora, la situación ha mejorado en cuanto al aporte de energía primaria y al ahorro emisiones de CO<sub>2</sub>.

En las demás instalaciones los tres indicadores que nos desarrolla el informe han sido mejorados considerablemente.

### MM2 CLIMA

Aunque la amortización es considerable en cuanto al cambio de la maquinaria Roof Top que climatiza el salón de actos, se ha decido incorporarla como medida de mejora ya que es necesario realizar el cambio puesto que en la actualidad no se satisfacen las necesidades de confort mínimas para garantizar una habitabilidad adecuada.

La calificación que se obtendría tras la aplicación de dicha medida de mejora sería la siguiente:

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
< 19.7 A	
19.7-32.0 B	
32.0-49.3 C	
49.3-64.1 D	62.82 D
64.1-78.9 E	
78.9-98.6 F	
≥ 98.6 G	
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	
62.82	

Figura 73: Calificación energética tras la implantación de la MM2

Como en el caso anterior, la letra de calificación que obtenemos se mantiene igual, pero disminuyen las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera en un 9.8%

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m <sup>2</sup> año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m <sup>2</sup> año]	
< 3.8 <b>A</b>		< 10.5 <b>A</b>	
3.8-13.4 <b>B</b>		10.5-19.1 <b>B</b>	
13.4-26.8 <b>C</b>		19.1-31.0 <b>C</b>	26.96 <b>C</b>
26.8-38.3 <b>D</b>		31.0-41.2 <b>D</b>	
38.3-49.8 <b>E</b>		41.2-51.4 <b>E</b>	
49.8-65.1 <b>F</b>	61.35 <b>F</b>	51.4-65.0 <b>F</b>	
≥ 65.1 <b>G</b>		≥ 65.0 <b>G</b>	
<i>Demanda global de calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		<i>Demanda global de refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	
61.35		26.96	

Figura 74: Demanda de calefacción y refrigeración tras la implantación de MM2

El indicador más desfavorable vuelve a ser la demanda (kWh/m<sup>2</sup> año) de la instalación de climatización, que disminuye un 16.7%. En relación a las demás instalaciones la situación se queda igual o mejora considerablemente.

### MM3 ILUMINACIÓN

Sin duda esta es la medida de mejora con la que mayor calificación energética se obtiene. En este caso se tendrá en cuenta la disminución de la potencia (W) instalada tras el cambio de las luminarias Downlight por Led y los fluorescentes T8 por los fluorescentes T5. El programa también hace especial hincapié en la Iluminancia media en la zona de trabajo.

La calificación energética obtenida tras la implantación de esta medida de mejora sería la especificada a continuación:

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
< 37.2 <b>A</b>	
37.2-60.5 <b>B</b>	
60.5-93.0 <b>C</b>	83.75 <b>C</b>
93.0-120.9 <b>D</b>	
120.9-148.8 <b>E</b>	
148.8-186.1 <b>F</b>	
≥ 186.1 <b>G</b>	
<i>Emisiones globales</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
83.75	

Figura 75: Certificación energética tras la implantación de la MM3

Como se puede comprobar, la calificación energética se aumenta una letra pasando de una calificación D a una calificación C.

Se han escogido estas medidas de mejora puesto que son las únicas que pueden ser reflejadas en el programa de certificación energética. En el resto de casos no pueden ser introducidos los datos adecuadamente y aunque en todos se produce un ahorro energético considerable no se tienen en cuenta a la hora de realizar la calificación energética.

Por tanto, se propone la realización de todas las medidas de mejora propuestas en este proyecto así como llevar a cabo una serie de recomendaciones necesarias para el mantenimiento de las instalaciones y el correcto funcionamiento de las instalaciones.

## 21. RECOMENDACIONES

---

### 21.1 MANTENIMIENTO

Ante todo hay que destacar que el buen mantenimiento de cualquier instalación favorece el ahorro energético. Es por eso que se recomienda el desarrollo de un intenso plan de mantenimiento que favorezca un correcto funcionamiento de todos los equipos consumidores de las instalaciones.

Adicionalmente se tendría que establecer un plan de formación y comunicación para:

- Designar a un coordinador o responsable para la eficiencia energética.
- Definir cómo educar y hacer partícipes al personal en las iniciativas para ser más eficientes en el consumo energético en general.
- Definir la comunicación al personal de la existencia de funcionamientos incorrectos de cualquiera de los equipos consumidores, iluminación, calefacción, grifos, etc.
- Establecer las medidas a llevar a cabo para detectar las áreas de consumo más acusadas.

### 21.2 CONCIENCIACIÓN

Para fomentar el ahorro en consumo energético y de agua tanto del personal del edificio como de los inquilinos, se recomienda llevar a cabo acciones persuasivas que promuevan el ahorro y el uso responsable de las instalaciones con el objetivo de generar cambios de actitud en el consumo energético y de agua.

El ahorro que genera este tipo de medidas dirigidas a la concienciación es de difícil evaluación, sin embargo el impacto económico y ambiental de las mismas solo puede ser positivo.

### **21.3 SEÑALIZACIÓN**

En la misma línea del apartado anterior de concienciación y en muchos casos como complemento a la misma, se propone la utilización de displays en las zonas comunes informando sobre la limitación de los recursos energéticos y la necesidad de un uso cuidadoso de los mismos.

### **21.4 RECOMENDACIONES SOBRE ILUMINACIÓN**

-Adecuar el nivel de iluminación al recomendado, en función de las necesidades.

-Limpiar las lámparas y sustituir aquellas en las que el flujo se haya reducido hasta condiciones no adecuadas. La acumulación de polvo en los sistemas de alumbrado hace que se pierda hasta un 10% en iluminación.

-Limpieza de luminarias para obtener un máximo rendimiento.

-Instalar superficies reflectoras, porque dirigen e incrementan la iluminación y posibilitan la reducción de lámparas en la luminaria.

### **21.5 RECOMENDACIONES SOBRE AGUA**

Aparte de la concienciación antes descrita, se considera útil ante todo, que se trabaje en la optimización de los equipamientos consumidores de agua caliente ya que esto incide directamente en la disminución del consumo.

Por ello los elementos sanitarios que se tengan que instalar en cualquier momento, ya sea por sustitución o ampliación tendrían que disponer de la etiqueta o distintivo de garantía de calidad ambiental o sistema equivalente, puesto que en este caso son equipos que favorecen la reducción de consumo de agua y energía.

### **21.6 RECOMENDACIONES SOBRE CLIMATIZACIÓN**

-Adecuar las temperaturas interiores a las necesidades de confort necesarias.

-Limpiar periódicamente los equipos con el objetivo de reducir el ensuciamiento de superficies y aumentar la transferencia de calor.

-Revisar el estado y aislamientos de tuberías.

-Tener un buen plan de mantenimiento.



## 22. SUBVENCIONES Y AYUDAS

---

La mayoría de las medidas de mejora desarrolladas anteriormente precisan de una inversión inicial elevada y con un período de amortización considerable.

Por tanto, se plantea a la dirección del Centro Europeo la posibilidad de acogerse al “Programa de Ahorro y Eficiencia Energética en la Edificación” ofrecida por el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE).

Este programa se plantea con la intención de subvencionar aquellas intervenciones en las instalaciones de los edificios existentes que permitan reducir tanto el consumo de energía de las instalaciones térmicas como las instalaciones de iluminación interior.

A estas ayudas podrán acogerse las personas físicas o jurídicas de naturaleza pública o privada que tengan su domicilio, sede social o establecimiento de producción en la Comunitat Valenciana, estando los proyectos objetos de ayuda localizados en dicho territorio.

Dentro de todas las actuaciones apoyables se pedirá la ayuda para mejorar la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior que se renueven. Esta actuación deberá garantizar al menos un 25% del consumo de energía convencional en la iluminación, garantizando un confort lumínico adecuado a la tarea a realizar y que se justifiquen documentalmente.

Las exigencias mínimas de eficiencia energética que debe cumplir la instalación de iluminación que se rehabilite son las que se especifican en el apartado HE3, “eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” del Código Técnico de la Edificación”.

La cuantía podrá alcanzar como máximo un 22% del coste elegible (inversiones en luminarias, lámparas, equipos, sistemas de control y regulación, costes asociados a la instalación, y el proyecto de ingeniería) considerándose sólo proyectos cuya inversión sea superior a 6.000 euros.

## 23. CONCLUSIONES

---

Como se ha podido observar durante la realización del proyecto, se pueden aplicar medidas de mejora en diversos ámbitos dentro de un edificio de oficinas. Especialmente el análisis de los sistemas y consumos ha aportado la posibilidad de detectar aquellos puntos ineficientes en el funcionamiento de los sistemas, sobredimensionamiento de los equipos, uso irracional de la energía, utilización de tecnologías obsoletas y un sistema de control inexistente.

La complejidad del edificio y sus instalaciones y la falta de un personal de mantenimiento propio han dificultado considerablemente el acceso a datos y características específicas de algunos equipos que conforman la instalación.

Aun así, es importante destacar que a partir de 2015 se iniciará una fase de auditoría avanzada en el centro con la intención de obtener datos más precisos del potencial de ahorro de las medidas propuestas. Se espera que al estudiar las medidas de mejora propuestas con más profundidad se pueda reafirmar la conveniencia de actuar en las líneas que se han propuesto en este análisis.

Con este proyecto también se pretende concienciar de la repercusión que la suma de las pequeñas acciones puede tener en la reducción de las emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera, así como la importancia de propiciar un aumento de las auditorías energéticas que permitan dotar a los edificios de unas tecnologías más eficientes y direccionar el interés del sector hacia el uso de las energías sostenibles.

## 24. BIBLIOGRAFÍA

---

- UNE 12464.1. “Norma Europea sobre Iluminación para interiores”  
Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo, relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- CTE DB HE1 Documento Básico de la Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación.
- CTE DB HE3. Eficiencia energética en Instalaciones de Iluminación.
- CTE DB HE4. Contribución solar mínima.
- UNE 216501 “Auditorías energéticas” Elaborado por el Comité Técnico DE Normalización 216 de AENOR.
- Reglamentación de Instalaciones térmicas en los edificios (RITE) que perfila en las instalaciones de ACS y climatización los parámetros de eficiencia.
- La ley de Ordenación de la Edificación (LOE) estableció unos criterios mínimos de seguridad, funcionalidad, seguridad y habitabilidad.
- Directiva Europea de Eficiencia Energética en Edificación 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del consejo del día 16 de diciembre de 2002. Aprobación del procedimiento básico para la certificación energética.
- Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios. En el Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias.
- Edificios existentes, en el artículo 83.3 de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible.
- RD 112/2009, de 31 de julio que regula las actuaciones de certificación de eficiencia energética de edificios.
- Guía técnica aislamientos con espumas flexibles en clima. IDAE.
- UNE EN-13779 de Septiembre de 2005. Ventilación general de edificios.

- Real Decreto 1164/2001, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- UNE-EN 12207. Permeabilidad al aire.
- Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a Lider y Calener.
- Guía auditoría energética en oficinas. IDAE.

## ANEXO I-INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

---

## ILUMINACIÓN CON PANTALLAS FLUORESCENTES T8

Localización	TIPO ILUMINACIÓN	Potencia luminaria (W)	Nº luminarias	Potencia instalada (W)	Consumo anual actual (kW/h)
<b>PLANTA SÓTANO</b>					
Sótano	Pantalla fluorescente 2x58W	58	2	232	58,00
<b>PLANTA BAJA</b>					
Recepción	Focos de 120W	120	4	480	927,12
	Fluorescentes mueble recepción 36W	36	4	144	278,14
Vestíbulo	-			0	0,00
Sala caracol	LED 5W	5	21	105	38,96
Entrada sala reuniones	LED 5W	5	9	45	16,70
Escalera	-			0	0,00
Despacho A02	LED 5W	5	30	150	289,73
Despacho A01	LED 5W	5	24	120	231,78
Despacho 1	Pantalla fluorescente 2x36W	36	4	288	556,27
Despacho 2	Pantalla fluorescente 2x36W	36	4	288	556,27
Despacho 3	Pantalla fluorescente 2x36W	36	4	288	556,27
Despacho 4	Pantalla fluorescente 2x36W	36	4	288	556,27
Despacho 5	Pantalla fluorescente 2x36W	36	6	432	834,41
	Halógeno dicroicas 50W	50	4	200	386,30
Módulo A	Pantalla fluorescente 2x58W	58	6	696	1.302,22
	Pantalla fluorescente 4x18W	18	4	288	538,85
	Halógeno dicroicas 50W	50	5	250	467,75
Módulo C	Pantalla fluorescente 2x58W	58	6	696	1.302,22
	Pantalla fluorescente 4x18W	18	3	216	404,14
Módulo D	Pantalla fluorescente 2x58W	58	6	696	1.302,22
	Pantalla fluorescente 4x18W	18	3	216	404,14
Módulo E	Pantalla fluorescente 2x58W	58	6	696	1.302,22
	Pantalla fluorescente 4x18W	18	3	216	404,14
Aseos	Downlight 60W	60	2	120	89,04
	Lámpara 120W	120	2	240	178,08
<b>PLANTA PRIMERA</b>					
Salón de actos	LED 5W	5	20	100	37,10
	Lámpara adorno 120W	120	10	1200	445,20
Despacho 6	Pantalla fluorescente 2x36W	36	4	288	538,85
Despacho 7	Pantalla fluorescente 2x36W	36	4	288	538,85
Despacho 8	Pantalla fluorescente 2x36W	36	4	288	538,85
Office	Pantalla fluorescente 2x36W	36	3	216	160,27
Módulo G	Pantalla fluorescente 2x58W	58	6	696	1.302,22
	Pantalla fluorescente 4x18W	18	3	216	404,14
Módulo H	Pantalla fluorescente 4x18W	18	5	360	673,56
	Pantalla fluorescente 2x58W	58	8	928	1.736,29
	Bote reflector 2 bombillas bajo 11W	11	10	220	411,62
Módulo J	Pantalla fluorescente 2x58W	58	6	696	1.302,22
	Pantalla fluorescente 4x18W	18	3	216	404,14
Módulo K	Pantalla fluorescente 2x58W	58	4	464	868,14
	Pantalla fluorescente 4x18W	18	1	72	134,71
Modulo L	Pantalla fluorescente 2x58W	58	4	464	868,14
	Pantalla fluorescente 4x18W	18	1	72	134,71
Aseos	Downlight 60W	60	4	240	89,04
	Lámpara 120W	120	2	240	89,04
<b>PLANTA SEGUNDA</b>					
Sala de formación	Pantalla fluorescente 2x36W	36	9	648	156,82
	Fluorescentes de techo 120W	120	4	480	116,16
Despacho 9	Pantalla fluorescente 2x36W	36	4	288	538,85
Despacho 10	Pantalla fluorescente 2x36W	36	4	288	538,85
Despacho 11	Pantalla fluorescente 2x36W	36	4	288	538,85
Despacho 12	Pantalla fluorescente 2x36W	36	6	432	808,27
Aseos	Downlight 60W	60	3	180	66,78
	Lámpara 120W	120	2	240	89,04
<b>ILUMINACIÓN EXTERIOR</b>					
EXTERIOR	Focos Cartel 70W	70	2	140	383,88
	Balizas pasillo entrada 80W	80	7	560	1.535,52
	Globos PE parking 160W	160	3	480	1.316,16
	Focos puerta entrada lateral 120W	120	2	240	658,08
					<b>37.965,89</b>

## ILUMINACIÓN CON PANTALLAS FLUORESCENTES T5

Localización	TIPO ILUMINACIÓN	Potencia luminaria con cambio a T5 (W)	Nº luminarias	Potencia instalada T5 (W)	Consumo anual tras MMD (kW/h)
<b>PLANTA SÓTANO</b>					
Sótano	Pantalla fluorescente 2x58W	36	2	144	36,00
<b>PLANTA BAJA</b>					
Recepción	Focos de 120W	120	4	480	927,12
	Fluorescentes mueble recepción 36W	36	4	144	278,14
Vestíbulo	-			0	0,00
Sala caracol	LED 5W	5	21	105	38,96
Entrada sala reuniones	LED 5W	5	9	45	16,70
Escalera	-			0	0,00
Despacho A02	LED 5W	5	30	150	289,73
Despacho A01	LED 5W	5	24	120	231,78
Despacho 1	Pantalla fluorescente 2x36W	28	4	224	432,66
Despacho 2	Pantalla fluorescente 2x36W	28	4	224	432,66
Despacho 3	Pantalla fluorescente 2x36W	28	4	224	432,66
Despacho 4	Pantalla fluorescente 2x36W	28	4	224	432,66
Despacho 5	Pantalla fluorescente 2x36W	28	6	336	519,19
	Halógeno dicroicas 50W	50	4	200	386,30
Módulo A	Pantalla fluorescente 2x58W	36	6	432	808,27
	Pantalla fluorescente 4x18W	14	4	224	419,10
	Halógeno dicroicas 50W	50	5	250	467,75
Módulo C	Pantalla fluorescente 2x58W	36	6	432	808,27
	Pantalla fluorescente 4x18W	14	3	168	314,33
Módulo D	Pantalla fluorescente 2x58W	36	6	432	678,24
	Pantalla fluorescente 4x18W	14	3	168	314,33
Módulo E	Pantalla fluorescente 2x58W	36	6	432	808,27
	Pantalla fluorescente 4x18W	14	3	168	314,33
Aseos	Downlight 60W	60	2	120	89,04
	Lámpara 120W	120	2	240	178,08
<b>PLANTA PRIMERA</b>					
Salón de actos	LED 5W	5	20	100	37,10
	Lámpara adorno 120W	120	10	1200	445,20
Despacho 6	Pantalla fluorescente 2x36W	28	4	224	419,10
Despacho 7	Pantalla fluorescente 2x36W	28	4	224	419,10
Despacho 8	Pantalla fluorescente 2x36W	28	4	224	419,10
Office	Pantalla fluorescente 2x36W	28	3	168	124,66
Módulo G	Pantalla fluorescente 2x58W	36	6	432	808,27
	Pantalla fluorescente 4x18W	14	3	168	314,33
Módulo H	Pantalla fluorescente 4x18W	14	5	280	523,88
	Pantalla fluorescente 2x58W	36	8	576	1.077,70
	Bote reflector 2 bombillas bajo 11W	11	10	220	0,00
Módulo J	Pantalla fluorescente 2x58W	36	6	432	808,27
	Pantalla fluorescente 4x18W	14	3	168	314,33
Módulo K	Pantalla fluorescente 2x58W	36	4	288	538,85
	Pantalla fluorescente 4x18W	14	1	56	104,78
Modulo L	Pantalla fluorescente 2x58W	36	4	288	431,08
	Pantalla fluorescente 4x18W	14	1	56	104,78
Aseos	Downlight 60W	60	4	240	89,04
	Lámpara 120W	120	2	240	89,04
<b>PLANTA SEGUNDA</b>					
Sala de formación	Pantalla fluorescente 2x36W	28	9	504	121,97
	Fluorescentes de techo 120W	120	4	480	116,16
Despacho 9	Pantalla fluorescente 2x36W	28	4	224	419,10
Despacho 10	Pantalla fluorescente 2x36W	28	4	224	419,10
Despacho 11	Pantalla fluorescente 2x36W	28	4	224	419,10
Despacho 12	Pantalla fluorescente 2x36W	28	6	336	628,66
Aseos	Downlight 60W	60	3	180	66,78
	Lámpara 120W	120	2	240	89,04
<b>ILUMINACIÓN EXTERIOR</b>					
EXTERIOR	Focos Cartel 70W	70	2	140	383,88
	Balizas pasillo entrada 80W	80	7	560	1.535,52
	Globos PE parking 160W	160	3	480	1.316,16
	Focos puerta entrada lateral 120W	120	2	240	658,08
					28.544,70

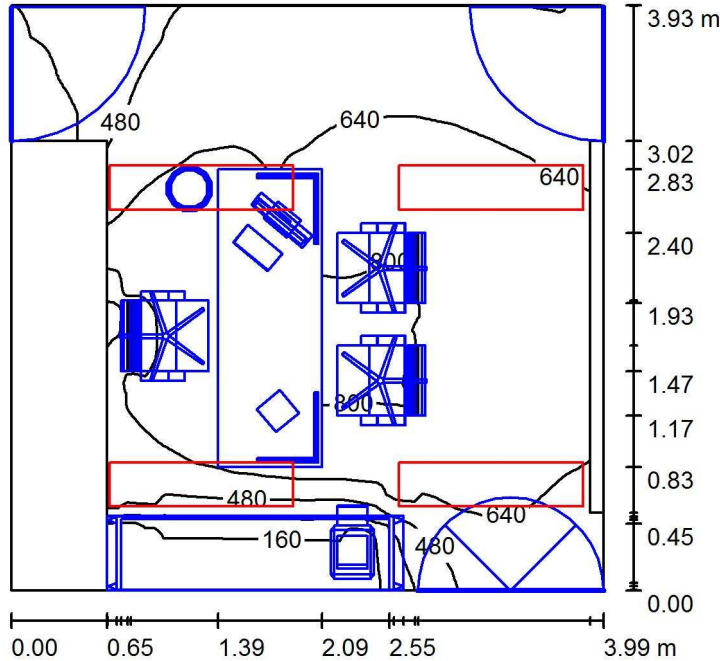
## ANEXO II.I-INFORMES DIALUX. ESTADO ACTUAL

---



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Despacho 1 / Escena de luz artificial / Resumen**



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	587	43	827	0.074
Suelo	83	374	56	563	0.151
Techo	90	211	113	345	0.534
Paredes (5)	47	284	9.54	924	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 2xTL-D36W HFS M2 (1.000)	4288	6700	72.0
			Total: 17152	Total: 26800	288.0

Valor de eficiencia energética:  $18.37 \text{ W/m}^2 = 3.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.68 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Despacho 1 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 17152 lm  
Potencia total: 288.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	432	155	587	/	/
Superficie de cálculo 1	553	161	714	/	/
Suelo	226	148	374	83	99
Techo	0.00	211	211	90	61
Pared 1	95	160	255	47	38
Pared 2	164	196	360	47	54
Pared 2_1	89	160	249	47	37
Pared 3	130	202	332	47	50
Pared 4	34	142	176	47	26

Simetrías en el plano útil

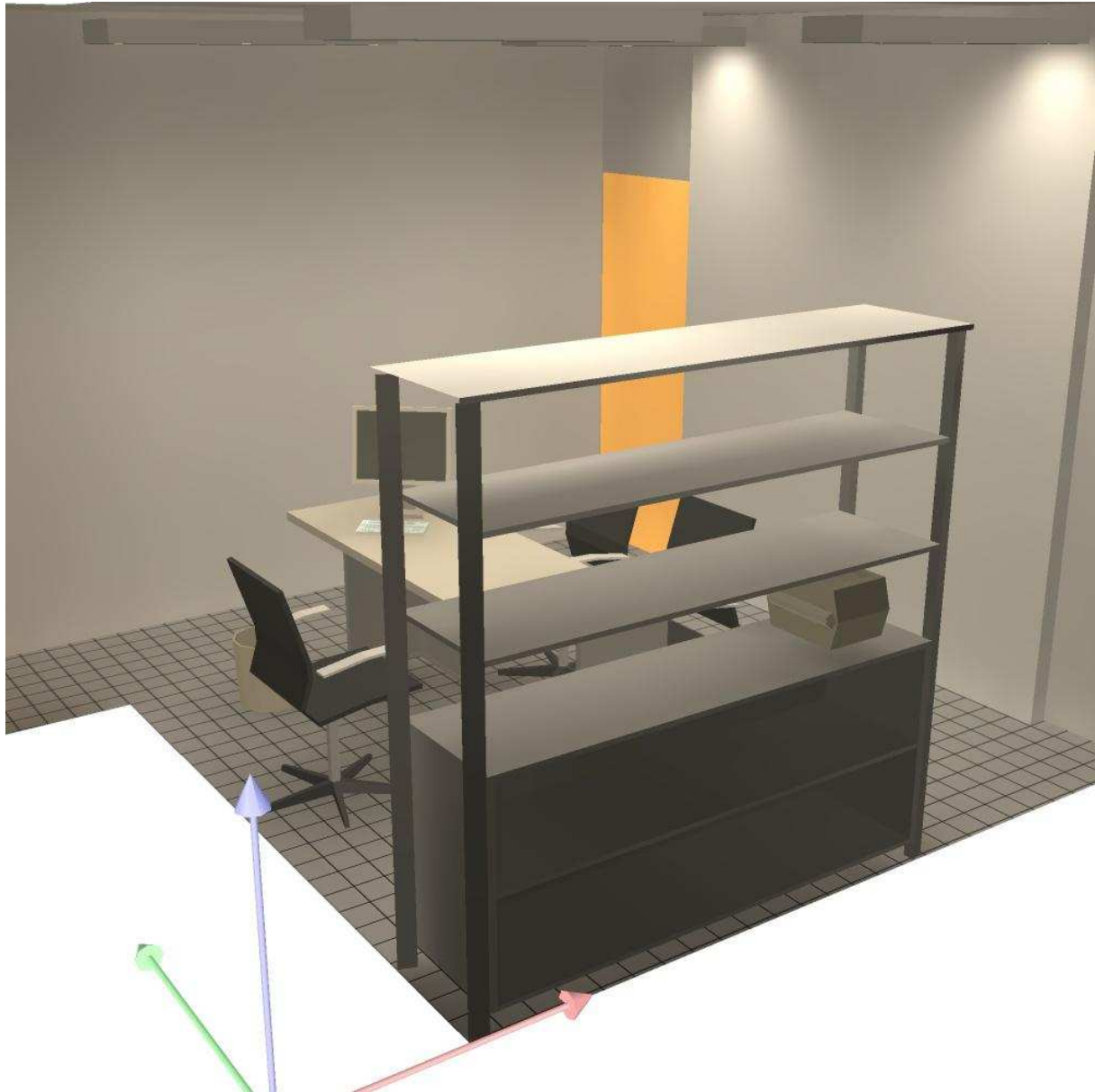
$E_{\min} / E_m$ : 0.074 (1:14)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.052 (1:19)

Valor de eficiencia energética: 18.37 W/m<sup>2</sup> = 3.13 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 15.68 m<sup>2</sup>)

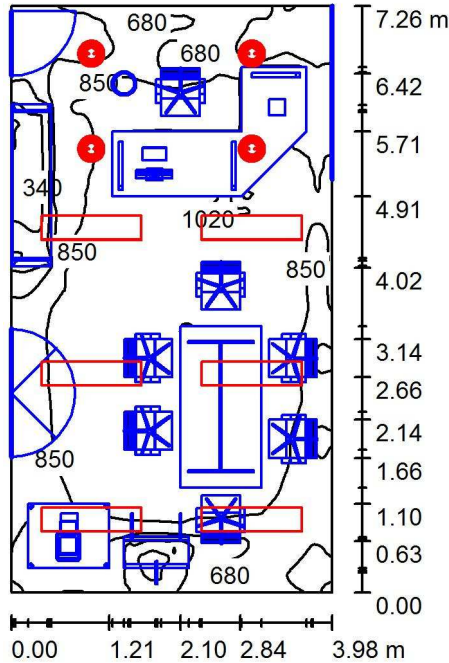
Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Despacho 1 / Escena de luz artificial / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Despacho 5.1 / Escena de luz artificial / Resumen**



Altura del local: 3.040 m

Valores en Lux, Escala 1:94

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	808	216	1046	0.268
Suelo	69	524	156	838	0.297
Techo	90	359	269	476	0.751
Paredes (4)	78	474	48	892	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS FPK630 D/I 1xPL-T/4P42W HFP P-D315_827 (1.000)	1888	3200	46.0
2	6	PHILIPS TBS160 2xTL-D36W HFS M2 (1.000)	4288	6700	72.0
Total:			33280	53000	616.0

Valor de eficiencia energética:  $21.32 \text{ W/m}^2 = 2.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $28.89 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Despacho 5.1 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 33280 lm  
Potencia total: 616.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	486	322	808	/	/
Superficie de cálculo 1	569	324	893	/	/
Suelo	247	277	524	69	115
Techo	2.88	356	359	90	103
Pared 1	148	335	483	78	120
Pared 2	179	333	512	78	127
Pared 3	136	325	461	78	114
Pared 4	116	321	437	78	109

Simetrías en el plano útil

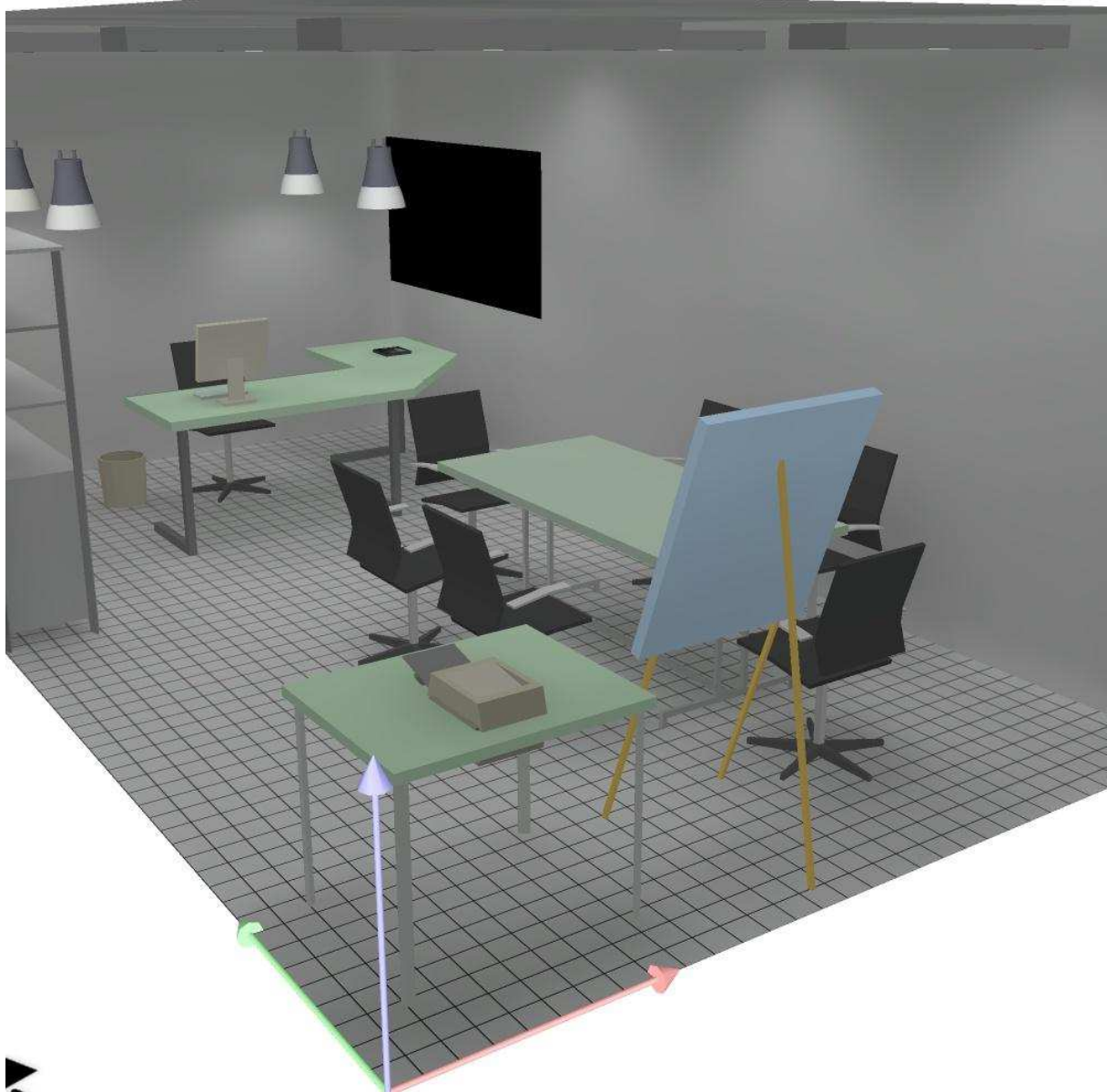
$E_{\min} / E_m$ : 0.268 (1:4)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.207 (1:5)

Valor de eficiencia energética:  $21.32 \text{ W/m}^2 = 2.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $28.89 \text{ m}^2$ )

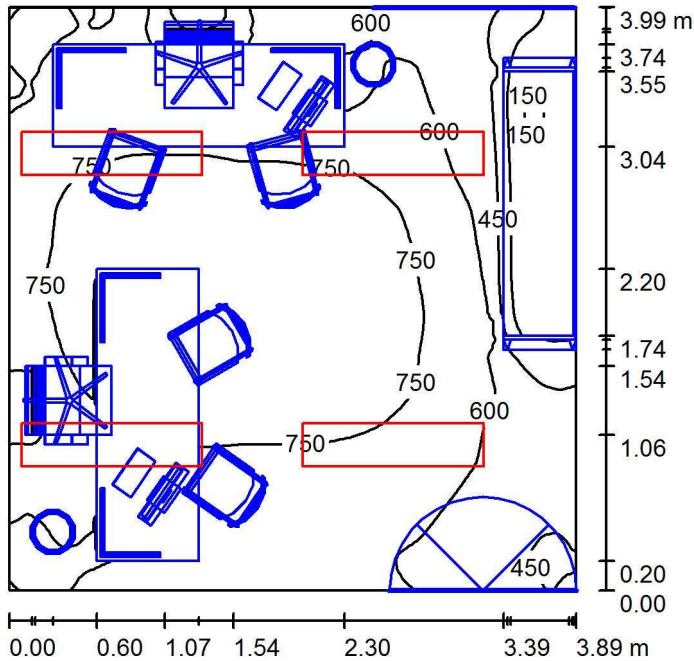
Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Despacho 5.1 / Escena de luz artificial / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Despacho 6 / alumbrado artificial / Resumen**



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	634	134	861	0.212
Suelo	30	346	63	602	0.183
Techo	90	233	167	317	0.716
Paredes (4)	78	339	15	1442	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 2xTL-D36W HFS M2 (1.000)	4288	6700	72.0
Total:			17152	26800	288.0

Valor de eficiencia energética:  $18.56 \text{ W/m}^2 = 2.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.52 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Despacho 6 / alumbrado artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 17152 lm  
Potencia total: 288.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	398	236	634	/	/
Superficie de cálculo 1	435	239	675	/	/
Suelo	197	148	346	30	33
Techo	0.00	233	233	90	67
Pared 1	136	219	355	78	88
Pared 2	70	196	267	78	66
Pared 3	128	204	332	78	82
Pared 4	191	214	404	78	100

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.212 (1:5)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.156 (1:6)

Valor de eficiencia energética:  $18.56 \text{ W/m}^2 = 2.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.52 \text{ m}^2$ )



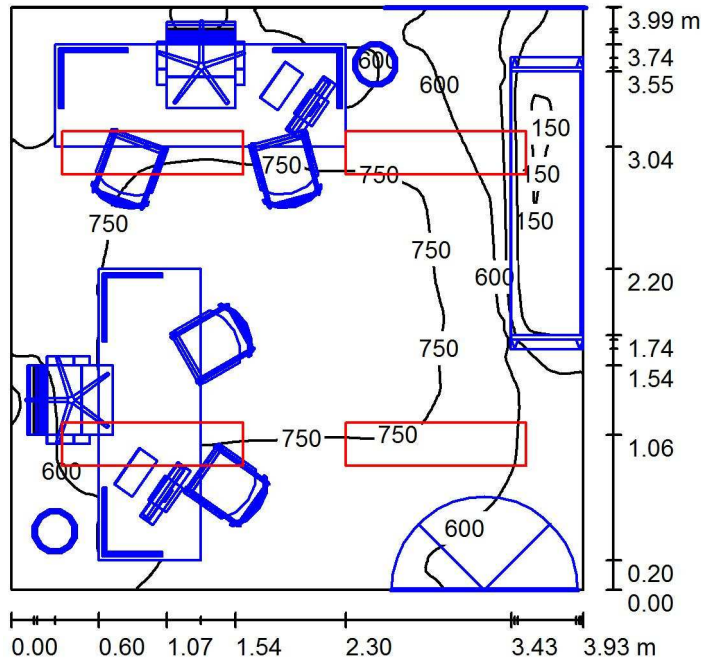
Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Despacho 6 / alumbrado artificial / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Despacho 9.1 / alumbrado artificial / Resumen**



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	630	135	845	0.214
Suelo	30	350	56	612	0.159
Techo	90	232	155	350	0.668
Paredes (4)	78	330	14	741	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 2xTL-D36W HFS M2 (1.000)	4288	6700	72.0
Total:			17152	26800	288.0

Valor de eficiencia energética:  $18.37 \text{ W/m}^2 = 2.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.68 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Despacho 9.1 / alumbrado artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 17152 lm  
Potencia total: 288.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	399	231	630	/	/
Superficie de cálculo 1	442	247	689	/	/
Suelo	202	149	350	30	33
Techo	0.00	232	232	90	67
Pared 1	130	212	343	78	85
Pared 2	91	202	293	78	73
Pared 3	126	196	322	78	80
Pared 4	154	209	363	78	90

Simetrías en el plano útil

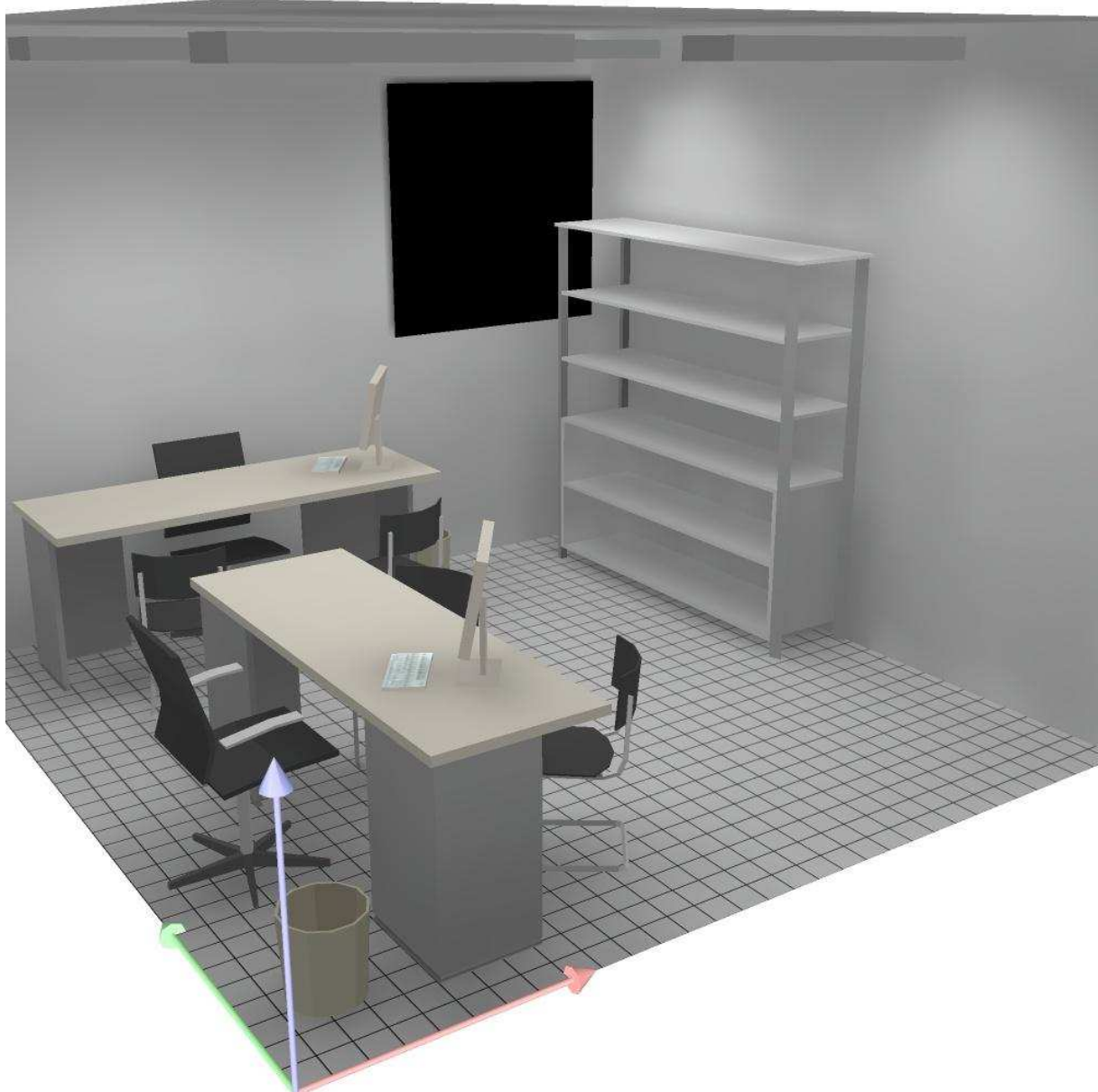
$E_{\min} / E_m$ : 0.214 (1:5)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.160 (1:6)

Valor de eficiencia energética:  $18.37 \text{ W/m}^2 = 2.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.68 \text{ m}^2$ )

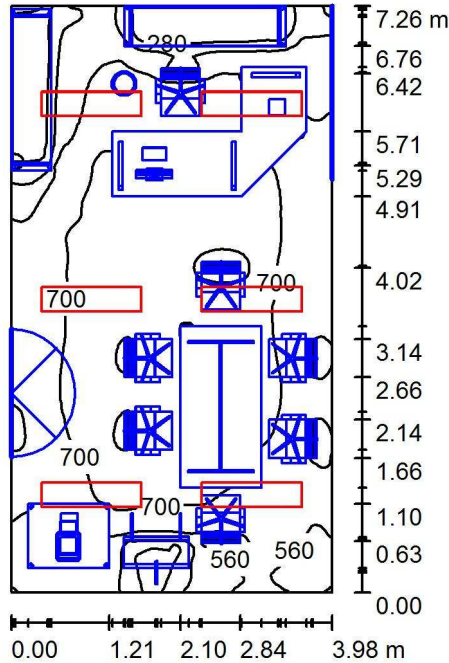
Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Despacho 9.1 / alumbrado artificial / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Despacho 12 / Escena de luz artificial / Resumen**



Altura del local: 3.040 m

Valores en Lux, Escala 1:94

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	598	92	785	0.153
Suelo	69	388	70	660	0.180
Techo	90	280	161	379	0.574
Paredes (4)	78	345	26	764	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBS160 2xTL-D36W HFS M2 (1.000)	4288	6700	72.0
			Total: 25728	Total: 40200	432.0

Valor de eficiencia energética:  $14.95 \text{ W/m}^2 = 2.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $28.89 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Despacho 12 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 25728 lm  
Potencia total: 432.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	359	239	598	/	/
Superficie de cálculo 1	424	251	675	/	/
Suelo	189	199	388	69	85
Techo	0.00	280	280	90	80
Pared 1	99	266	364	78	90
Pared 2	134	250	383	78	95
Pared 3	43	201	244	78	61
Pared 4	105	247	352	78	87

Simetrías en el plano útil

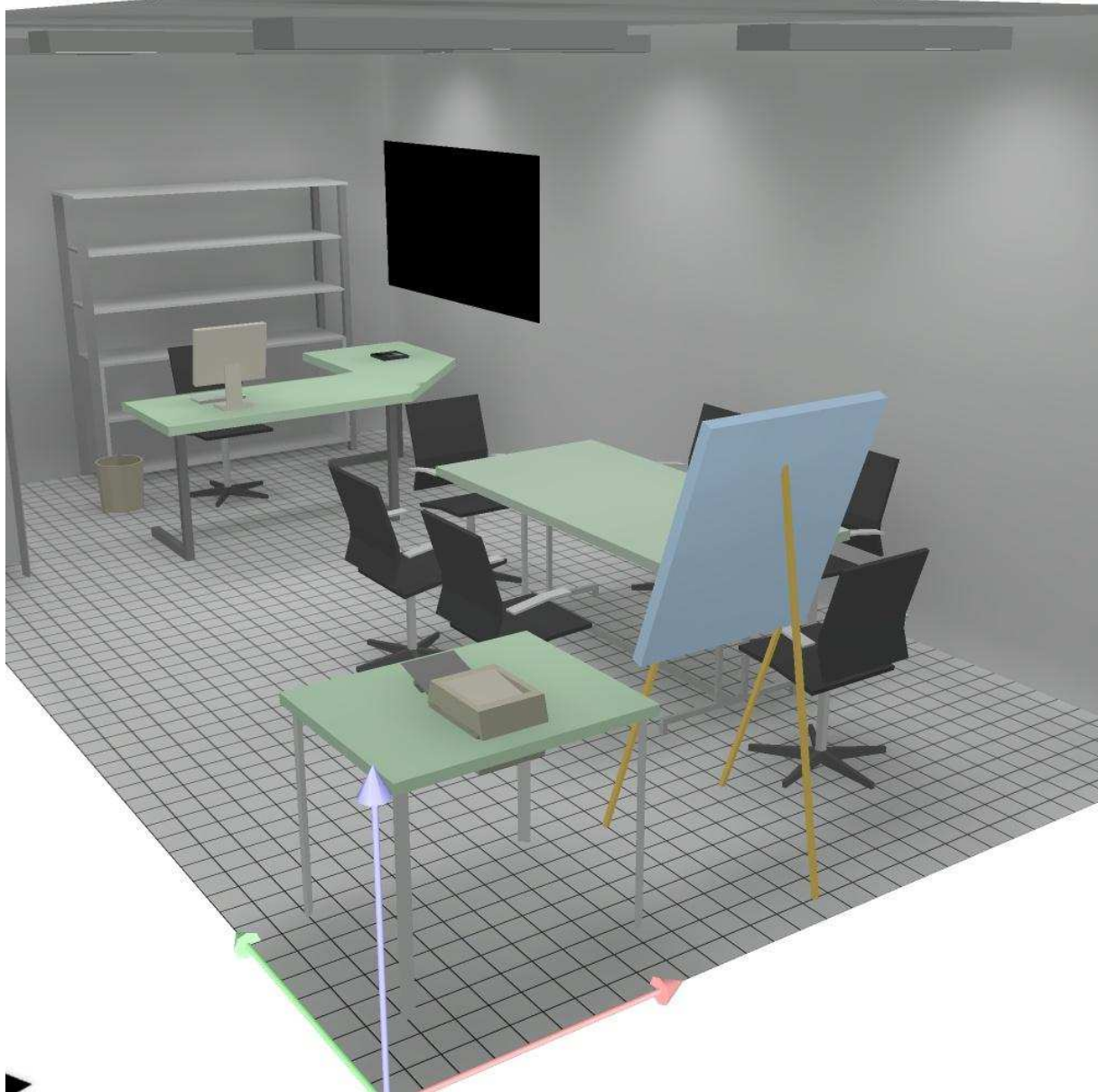
$E_{\min} / E_m$ : 0.153 (1:7)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.117 (1:9)

Valor de eficiencia energética:  $14.95 \text{ W/m}^2 = 2.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $28.89 \text{ m}^2$ )

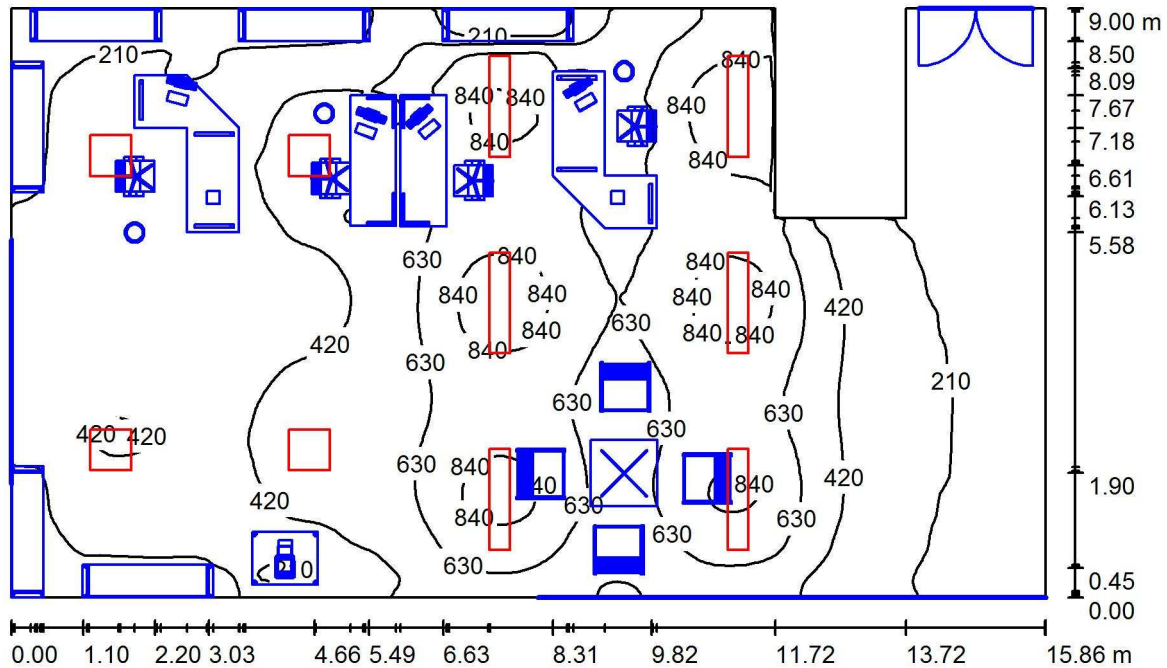
Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Despacho 12 / Escena de luz artificial / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

Módulo A.1 / Escena de luz artificial / Resumen



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	448	27	1048	0.060
Suelo	69	381	40	816	0.106
Techo	90	232	66	483	0.285
Paredes (8)	78	220	21	1145	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBH375 2xTL-D58W HFP (1.000)	7546	10480	110.0
2	4	PHILIPS TBS162 4xTL-D18W HFS M2 (1.000)	3618	5400	69.5
			Total: 59746	Total: 84480	938.0

Valor de eficiencia energética: 6.88 W/m<sup>2</sup> = 1.53 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 136.34 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Módulo A.1 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 59746 lm  
Potencia total: 938.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	258	191	448	/	/
Superficie de cálculo 1	328	204	533	/	/
Superficie de cálculo 2	420	244	664	/	/
Suelo	202	179	381	69	84
Techo	0.00	232	232	90	67
Pared 1	61	197	258	78	64
Pared 2	12	155	166	78	41
Pared 3	0.19	93	93	78	23
Pared 4	0.00	89	89	78	22
Pared 5	68	230	299	78	74
Pared 6	230	318	548	78	136
Pared 7	47	192	239	78	59
Pared 8	16	108	124	78	31

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.060 (1:17)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.026 (1:39)

Valor de eficiencia energética:  $6.88 \text{ W/m}^2 = 1.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $136.34 \text{ m}^2$ )

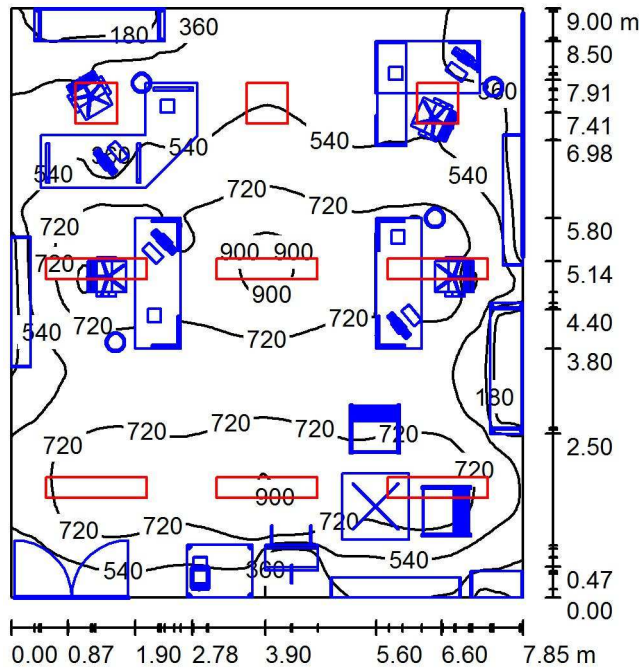
Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Módulo A.1 / Escena de luz artificial / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

Módulo C.1 / Escena de luz artificial / Resumen



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	589	60	931	0.102
Suelo	30	443	48	743	0.108
Techo	90	180	99	248	0.553
Paredes (4)	78	243	22	700	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBH375 2xTL-D58W HFP (1.000)	7546	10480	110.0
2	3	PHILIPS TBS162 4xTL-D18W HFS M2 (1.000)	3618	5400	69.5
			Total: 56128	Total: 79080	868.5

Valor de eficiencia energética: 12.29 W/m<sup>2</sup> = 2.09 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 70.65 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Módulo C.1 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 56128 lm  
Potencia total: 868.5 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	428	160	589	/	/
Superficie de cálculo 1	498	165	663	/	/
Suelo	301	142	443	30	42
Techo	0.00	180	180	90	51
Pared 1	82	164	246	78	61
Pared 2	101	130	231	78	57
Pared 3	65	146	211	78	53
Pared 4	120	161	281	78	70

Simetrías en el plano útil

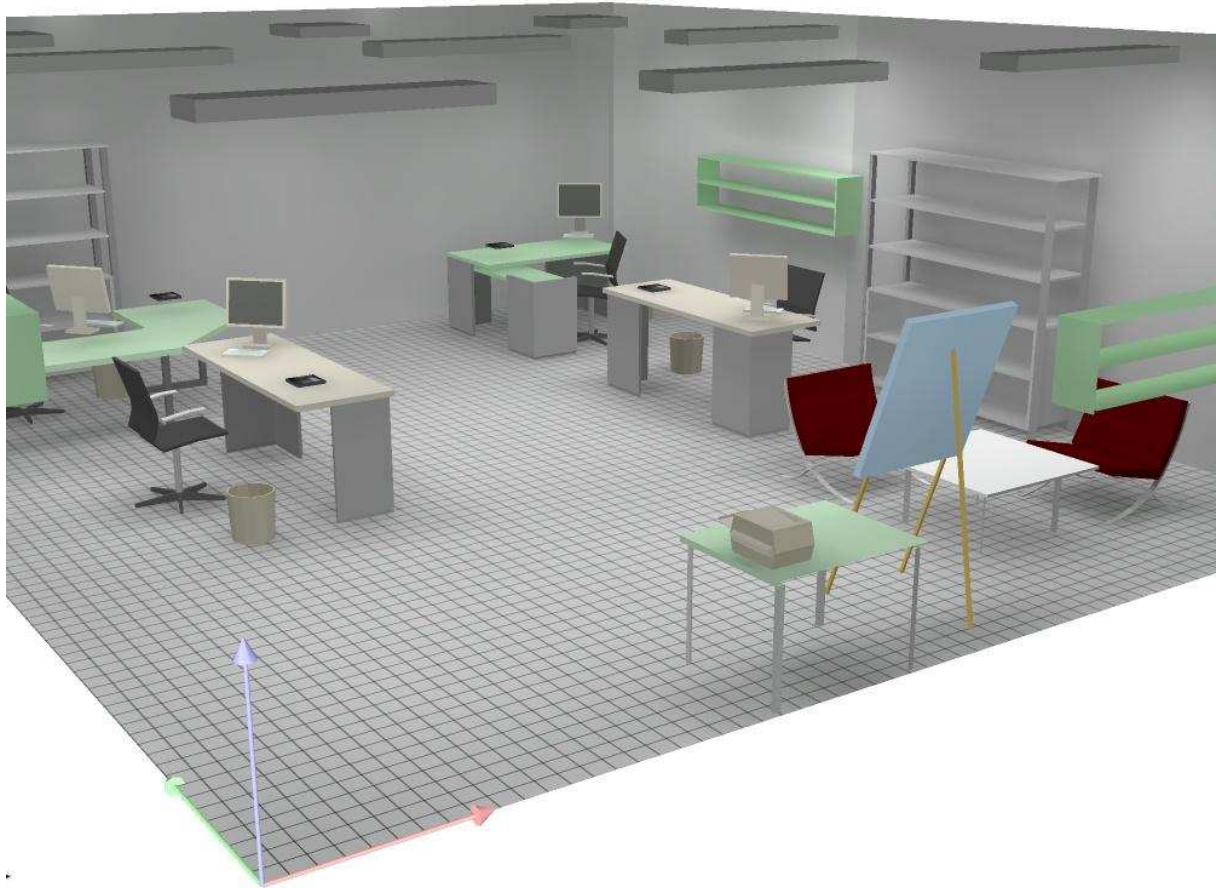
$E_{\min} / E_m$ : 0.102 (1:10)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.064 (1:16)

Valor de eficiencia energética:  $12.29 \text{ W/m}^2 = 2.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $70.65 \text{ m}^2$ )

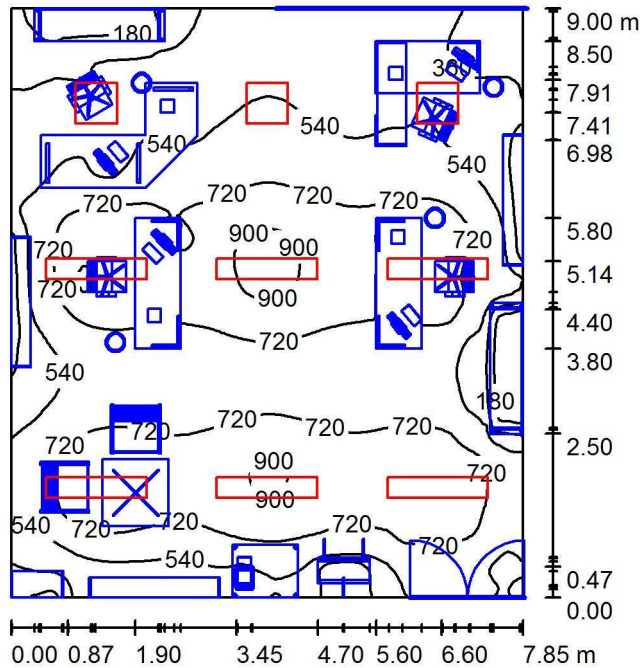
Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Módulo C.1 / Escena de luz artificial / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Módulo D.1 / Escena de luz artificial / Resumen



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	605	67	943	0.111
Suelo	30	460	52	758	0.114
Techo	90	193	103	263	0.535
Paredes (4)	78	261	24	708	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBH375 2xTL-D58W HFP (1.000)	7546	10480	110.0
2	3	PHILIPS TBS162 4xTL-D18W HFS M2 (1.000)	3618	5400	69.5
			Total: 56128	Total: 79080	868.5

Valor de eficiencia energética: 12.29 W/m<sup>2</sup> = 2.03 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 70.65 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Módulo D.1 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 56128 lm  
Potencia total: 868.5 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	430	175	605	/	/
Superficie de cálculo 2	485	174	659	/	/
Suelo	302	157	460	30	44
Techo	0.00	193	193	90	55
Pared 1	90	178	268	78	67
Pared 2	100	179	279	78	69
Pared 3	65	160	225	78	56
Pared 4	117	151	268	78	67

Simetrías en el plano útil

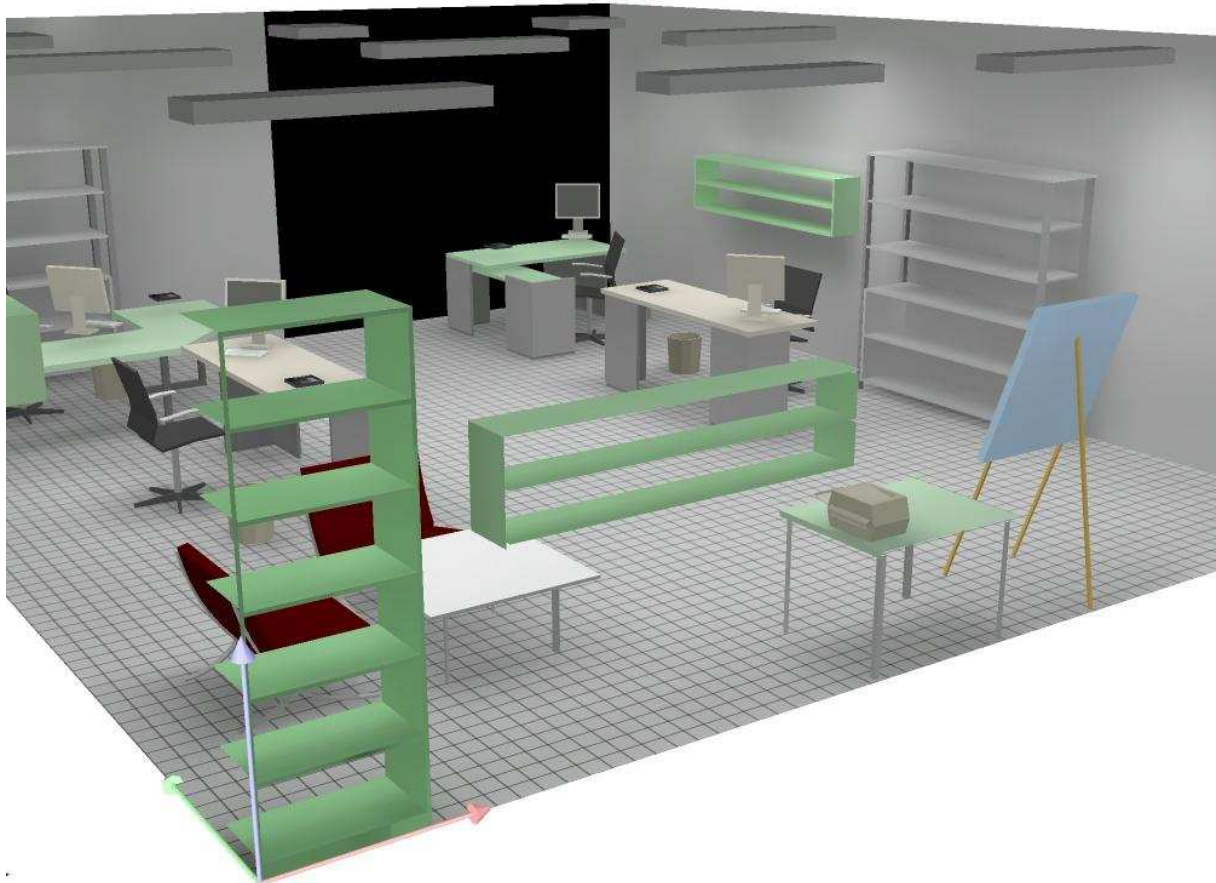
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.111 (1:9)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.072 (1:14)

Valor de eficiencia energética:  $12.29 \text{ W/m}^2 = 2.03 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $70.65 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

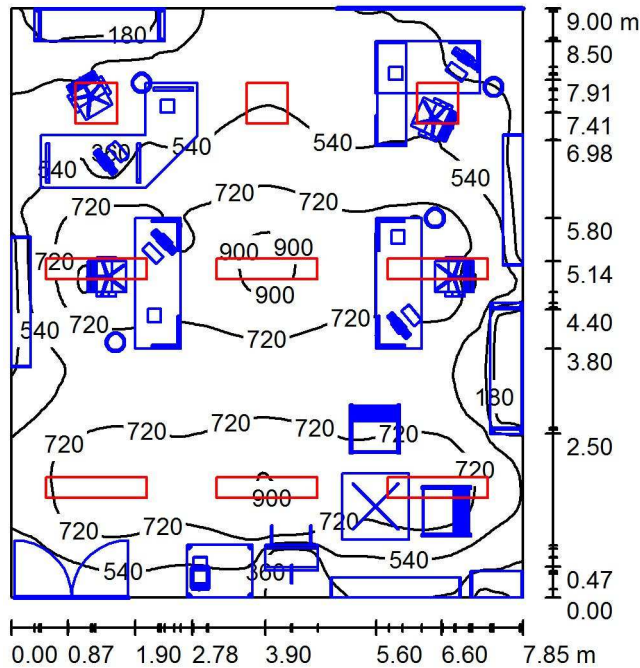
**Módulo D.1 / Escena de luz artificial / Rendering (procesado) en 3D**





Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Modulo E.1 / Escena de luz artificial / Resumen**



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	589	61	933	0.103
Suelo	30	444	48	745	0.109
Techo	90	180	99	237	0.550
Paredes (4)	78	243	23	701	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBH375 2xTL-D58W HFP (1.000)	7546	10480	110.0
2	3	PHILIPS TBS162 4xTL-D18W HFS M2 (1.000)	3618	5400	69.5
			Total: 56128	Total: 79080	868.5

Valor de eficiencia energética: 12.29 W/m<sup>2</sup> = 2.09 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 70.65 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Modulo E.1 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 56128 lm  
Potencia total: 868.5 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	428	161	589	/	/
Superficie de cálculo 1	498	166	664	/	/
Suelo	301	143	444	30	42
Techo	0.00	180	180	90	52
Pared 1	82	164	246	78	61
Pared 2	96	138	235	78	58
Pared 3	58	145	203	78	51
Pared 4	120	162	282	78	70

Simetrías en el plano útil

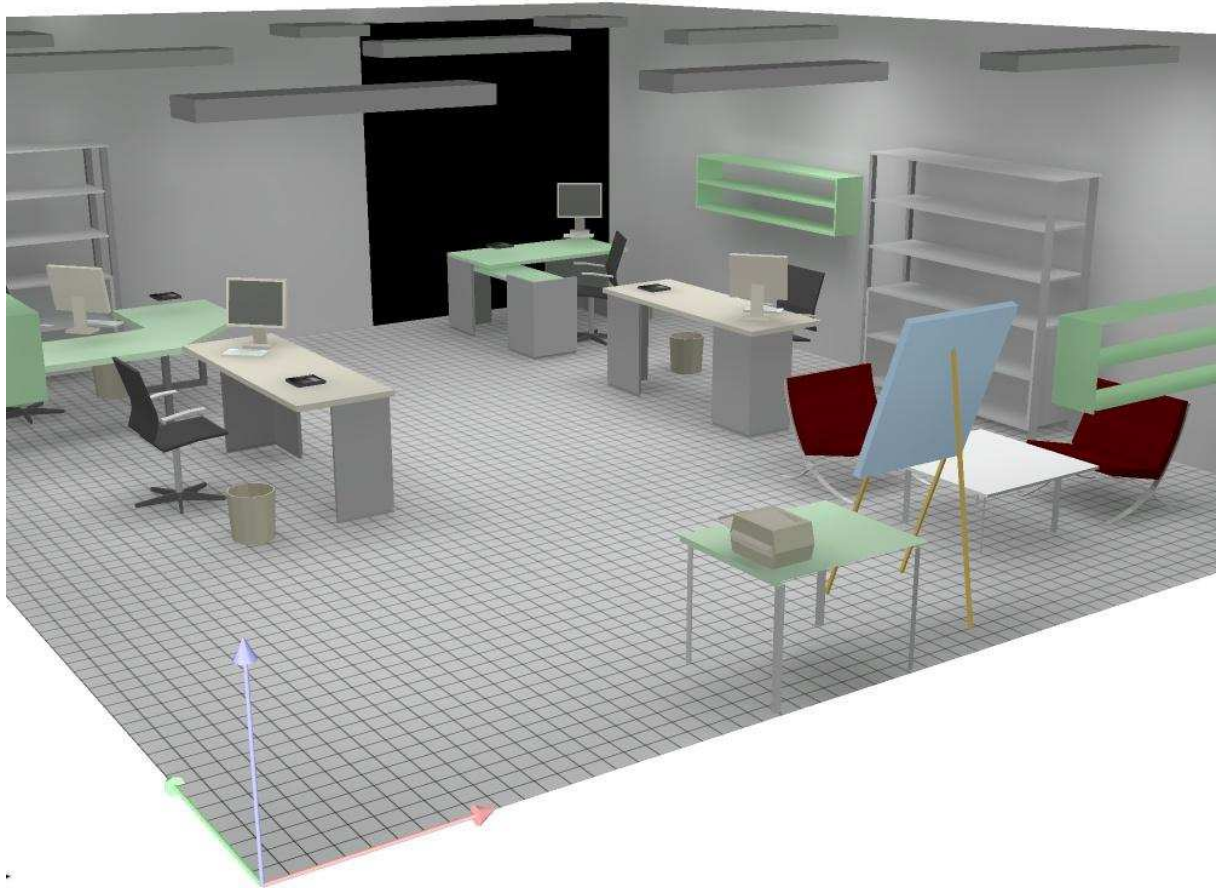
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.103 (1:10)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.065 (1:15)

Valor de eficiencia energética: 12.29 W/m<sup>2</sup> = 2.09 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 70.65 m<sup>2</sup>)

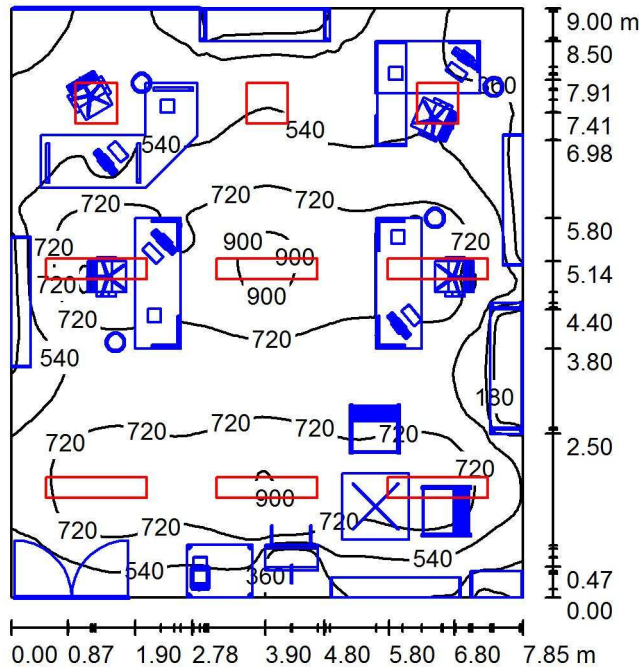
Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Modulo E.1 / Escena de luz artificial / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Modulo G.1 / Escena de luz artificial / Resumen



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	591	61	934	0.103
Suelo	30	445	49	746	0.109
Techo	90	182	108	237	0.591
Paredes (4)	78	243	43	701	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBH375 2xTL-D58W HFP (1.000)	7546	10480	110.0
2	3	PHILIPS TBS162 4xTL-D18W HFS M2 (1.000)	3618	5400	69.5
			Total: 56128	Total: 79080	868.5

Valor de eficiencia energética: 12.29 W/m<sup>2</sup> = 2.08 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 70.65 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Modulo G.1 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 56128 lm  
Potencia total: 868.5 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	428	163	591	/	/
Superficie de cálculo 1	498	167	665	/	/
Suelo	300	145	445	30	43
Techo	0.00	182	182	90	52
Pared 1	82	165	247	78	61
Pared 2	96	140	237	78	59
Pared 3	49	141	190	78	47
Pared 4	121	170	291	78	72

Simetrías en el plano útil

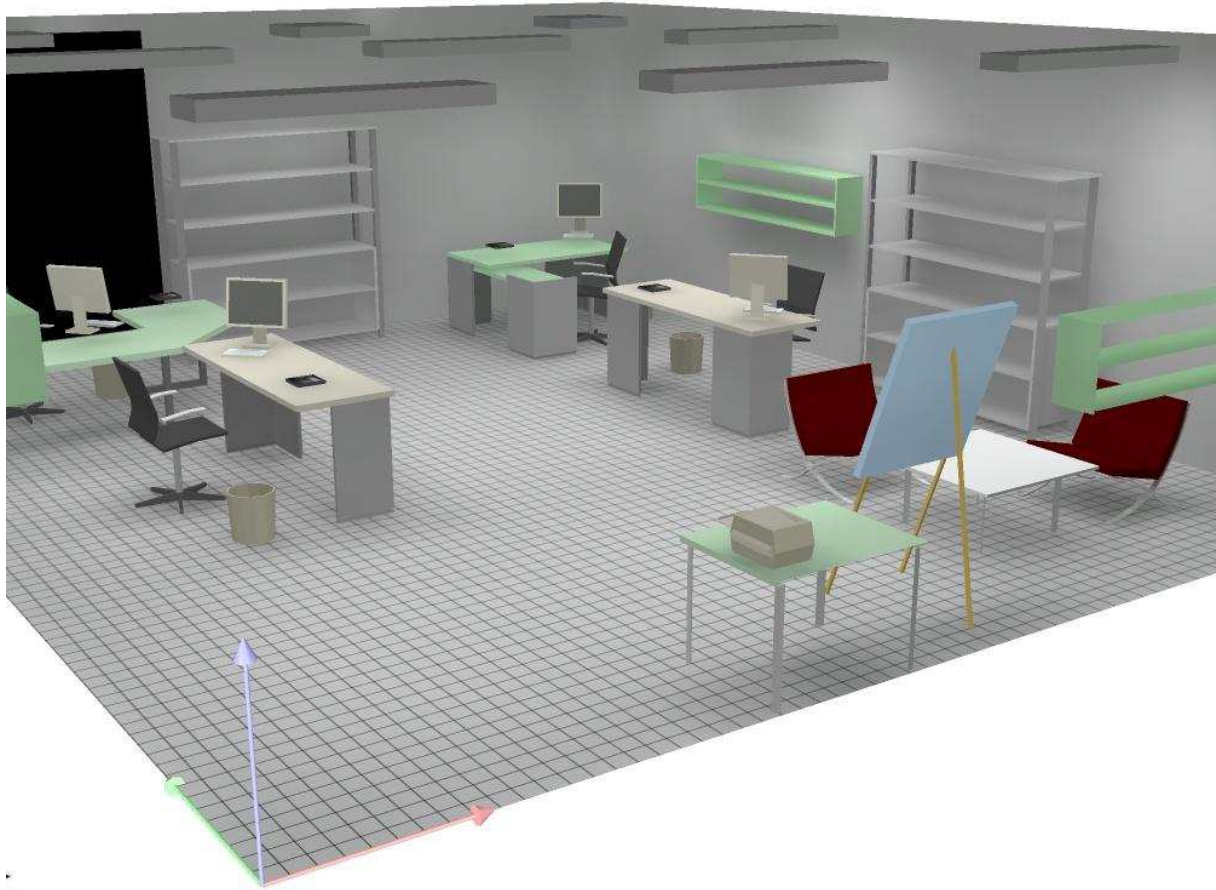
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.103 (1:10)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.065 (1:15)

Valor de eficiencia energética: 12.29 W/m<sup>2</sup> = 2.08 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 70.65 m<sup>2</sup>)

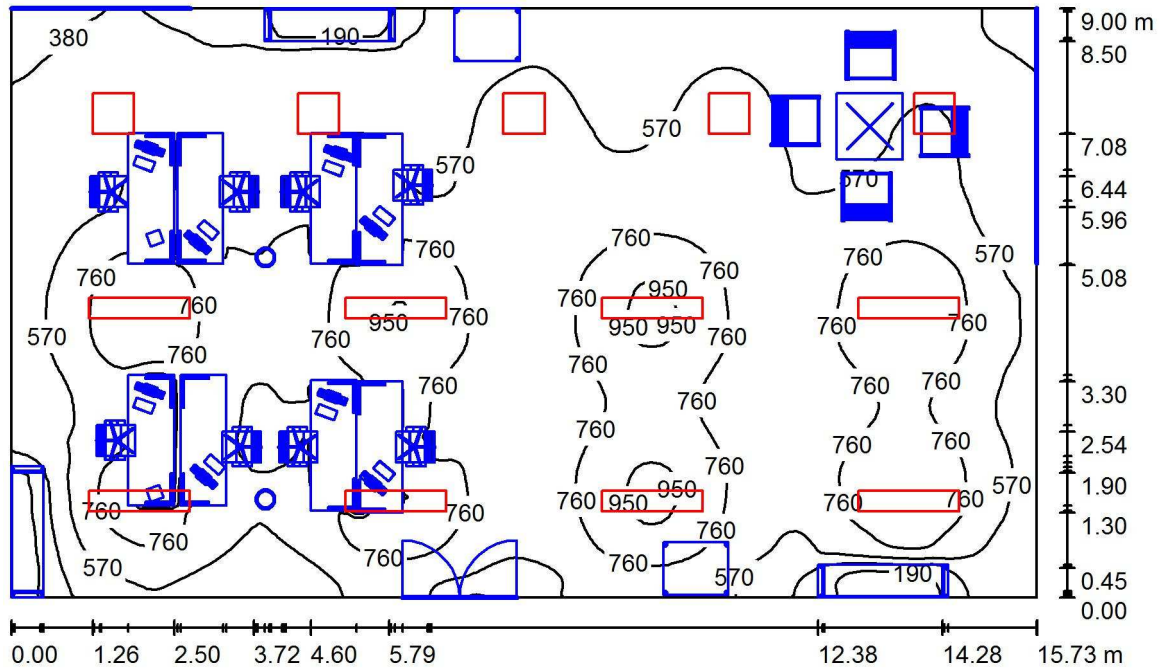
Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Modulo G.1 / Escena de luz artificial / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Módulo H.1 / Escena de luz artificial / Resumen



Altura del local: 2.900 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	621	75	991	0.120
Suelo	69	512	69	799	0.135
Techo	90	332	205	450	0.618
Paredes (4)	78	368	38	755	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS TBH375 2xTL-D58W HFP (1.000)	7546	10480	110.0
2	5	PHILIPS TBS162 4xTL-D18W HFS M2 (1.000)	3618	5400	69.5
			Total: 78455	Total: 110840	1227.5

Valor de eficiencia energética:  $8.67 \text{ W/m}^2 = 1.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $141.57 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Módulo H.1 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 78455 lm  
Potencia total: 1227.5 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	333	288	621	/	/
Superficie de cálculo 1	386	270	657	/	/
Superficie de cálculo 2	266	281	547	/	/
Suelo	252	260	512	69	112
Techo	0.00	332	332	90	95
Pared 1	94	300	393	78	98
Pared 2	104	346	451	78	112
Pared 3	61	263	324	78	80
Pared 4	74	245	319	78	79

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.120 (1:8)

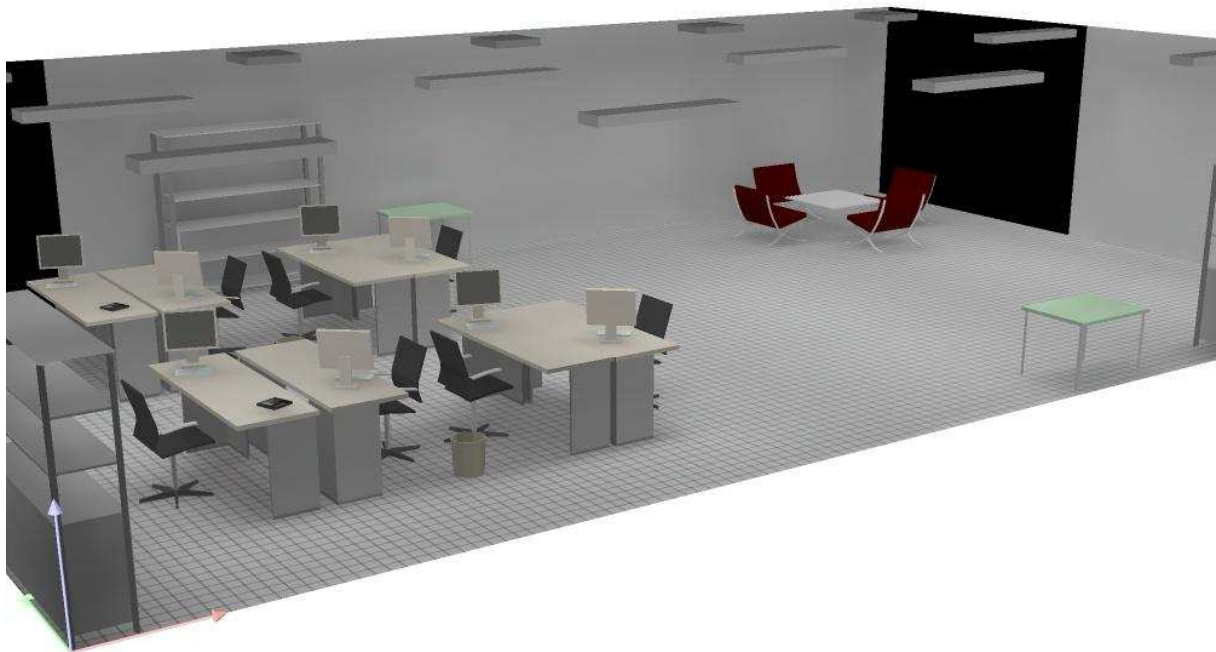
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.075 (1:13)

Valor de eficiencia energética:  $8.67 \text{ W/m}^2 = 1.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $141.57 \text{ m}^2$ )



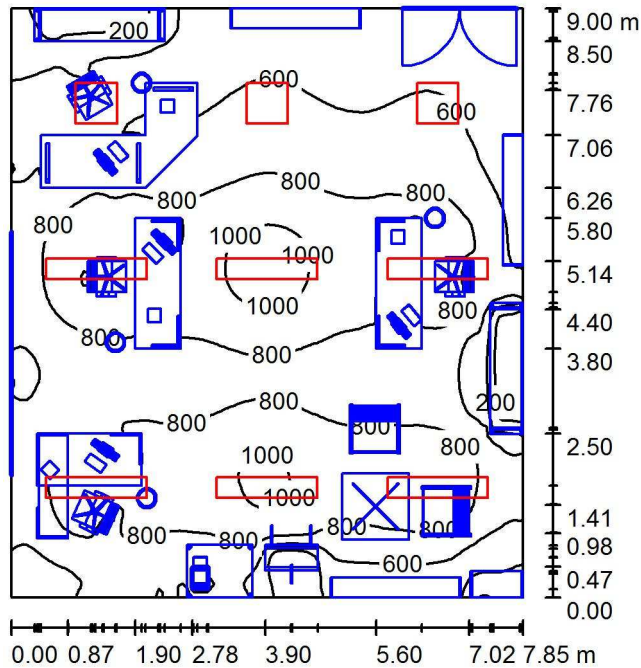
Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Módulo H.1 / Escena de luz artificial / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Módulo J.1 / Escena de luz artificial / Resumen



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	698	88	1061	0.127
Suelo	69	539	54	865	0.101
Techo	90	325	151	410	0.464
Paredes (4)	78	357	26	804	/

### Plano útil:

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

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBH375 2xTL-D58W HFP (1.000)	7546	10480	110.0
2	3	PHILIPS TBS162 4xTL-D18W HFS M2 (1.000)	3618	5400	69.5
			Total: 56128	Total: 79080	868.5

Valor de eficiencia energética: 12.29 W/m<sup>2</sup> = 1.76 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 70.65 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Módulo J.1 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 56128 lm  
Potencia total: 868.5 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	428	270	698	/	/
Superficie de cálculo 2	560	288	848	/	/
Superficie de cálculo 3	358	253	611	/	/
Suelo	293	245	539	69	118
Techo	0.00	325	325	90	93
Pared 1	90	281	371	78	92
Pared 2	97	257	354	78	88
Pared 3	48	267	315	78	78
Pared 4	121	262	383	78	95

Simetrías en el plano útil

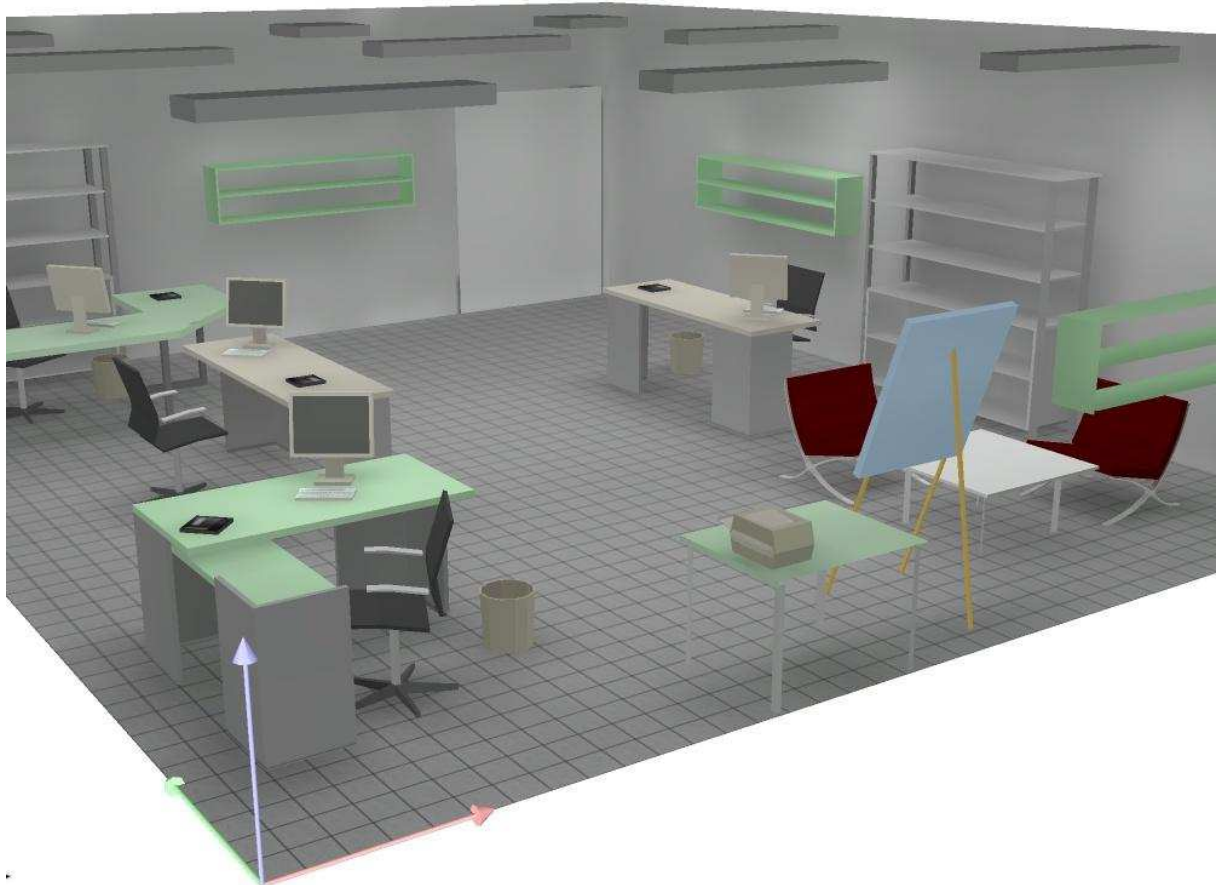
$E_{\min} / E_m$ : 0.127 (1:8)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.083 (1:12)

Valor de eficiencia energética: 12.29 W/m<sup>2</sup> = 1.76 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 70.65 m<sup>2</sup>)

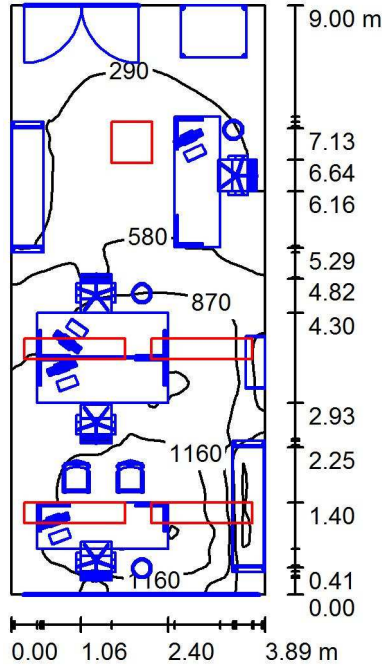
Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Módulo J.1 / Escena de luz artificial / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Inés Ibañez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Módulo K / Escena de artificial / Resumen**



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.990 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	664	90	1521	0.135
Suelo	30	399	79	949	0.199
Techo	90	261	93	578	0.357
Paredes (4)	78	342	48	1376	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBH375 2xTL-D58W HFP (1.000)	7546	10480	110.0
2	1	PHILIPS TBS162 4xTL-D18W HFS M2 (1.000)	3618	5400	69.5
			Total: 33800	Total: 47320	509.5

Valor de eficiencia energética: 14.55 W/m<sup>2</sup> = 2.19 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 35.01 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Inés Ibañez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Módulo K / Escena de artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 33800 lm  
Potencia total: 509.5 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	441	224	664	/	/
Superficie de cálculo 1	784	317	1101	/	/
Superficie de cálculo 2	231	174	405	/	/
Suelo	235	164	399	30	38
Techo	0.00	261	261	90	75
Pared 1	159	283	442	78	110
Pared 2	114	224	338	78	84
Pared 3	34	143	176	78	44
Pared 4	161	213	374	78	93

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.135 (1:7)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.059 (1:17)

Valor de eficiencia energética:  $14.55 \text{ W/m}^2 = 2.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $35.01 \text{ m}^2$ )

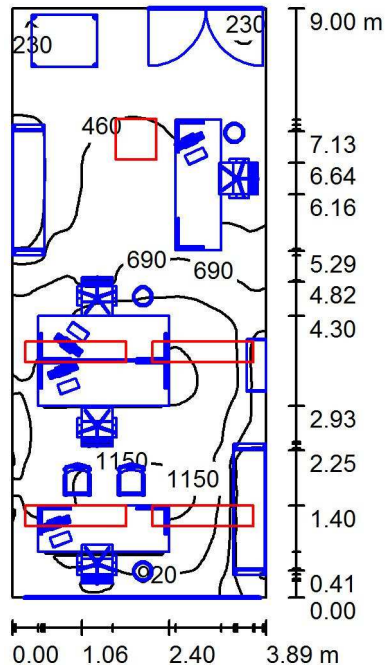
Proyecto elaborado por Inés Ibañez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Módulo K / Escena de artificial / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Inés Ibañez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Módulo L.1 / Escena de artificial / Resumen



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.990 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	648	77	1214	0.119
Suelo	69	420	97	934	0.231
Techo	90	317	126	584	0.397
Paredes (4)	78	378	24	1424	/

### Plano útil:

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

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBH375 2xTL-D58W HFP (1.000)	7546	10480	110.0
2	1	PHILIPS TBS162 4xTL-D18W HFS M2 (1.000)	3618	5400	69.5
			Total: 33800	Total: 47320	509.5

Valor de eficiencia energética:  $14.55 \text{ W/m}^2 = 2.25 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $35.01 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Inés Ibañez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Módulo L.1 / Escena de artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 33800 lm  
Potencia total: 509.5 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	387	261	648	/	/
Superficie de cálculo 1	662	344	1005	/	/
Superficie de cálculo 2	228	224	452	/	/
Suelo	210	210	420	69	92
Techo	0.00	317	317	90	91
Pared 1	155	316	471	78	117
Pared 2	101	278	379	78	94
Pared 3	32	200	232	78	58
Pared 4	138	262	400	78	99

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.119 (1:8)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.063 (1:16)

Valor de eficiencia energética:  $14.55 \text{ W/m}^2 = 2.25 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $35.01 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibañez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Módulo L.1 / Escena de artificial / Rendering (procesado) en 3D**

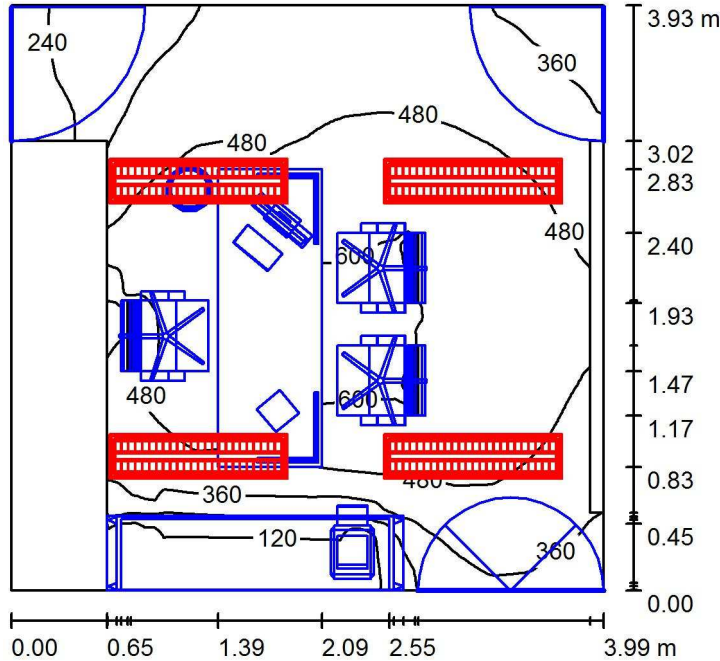


## ANEXO II.II-INFORMES DIALUX. ESTADO FUTURO

---

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resumen**



Altura del local: 2.850 m, Altura de montaje: 2.850 m

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	429	33	631	0.077
Suelo	83	274	46	403	0.168
Techo	90	173	95	341	0.552
Paredes (5)	47	192	4.21	393	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS165 K 2xTL5-28W HF M2 (1.000)	3150	5250	62.0
			Total: 12600	Total: 21000	248.0

Valor de eficiencia energética:  $15.82 \text{ W/m}^2 = 3.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.68 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 12600 lm  
Potencia total: 248.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	311	118	429	/	/
Superficie de cálculo 1	416	130	546	/	/
Suelo	161	113	274	83	72
Techo	0.01	173	173	90	49
Pared 1	34	113	147	47	22
Pared 2	83	139	222	47	33
Pared 2_1	54	141	194	47	29
Pared 3	92	151	243	47	36
Pared 4	24	94	118	47	18

Simetrías en el plano útil

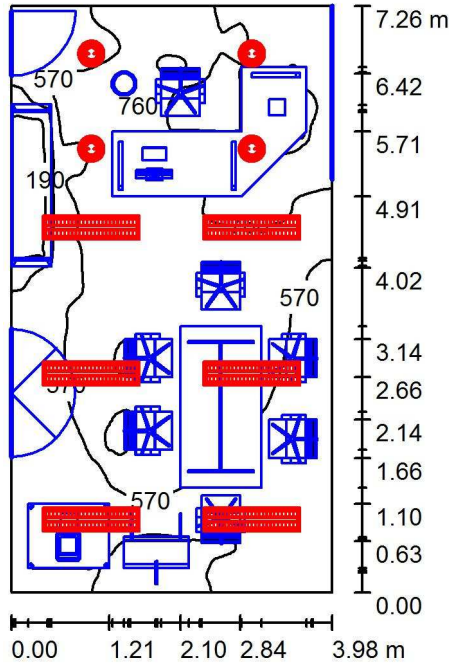
$E_{\min} / E_m$ : 0.077 (1:13)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.053 (1:19)

Valor de eficiencia energética: 15.82 W/m<sup>2</sup> = 3.69 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 15.68 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resumen**



Altura del local: 3.040 m

Valores en Lux, Escala 1:94

Superficie	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	577	92	1033	0.159
Suelo	69	381	142	603	0.372
Techo	90	269	184	403	0.682
Paredes (4)	78	351	55	873	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS FPK630 D/I 1xPL-T/4P42W HFP P-D315_827 (1.000)	1888	3200	46.0
2	6	PHILIPS TBS165 K 2xTL5-28W HF M2 (1.000)	3150	5250	62.0
			Total: 26452	Total: 44300	556.0

Valor de eficiencia energética: 19.24 W/m<sup>2</sup> = 3.33 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 28.89 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 26452 lm  
Potencia total: 556.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	347	231	577	/	/
Superficie de cálculo 1	353	217	570	/	/
Suelo	176	206	381	69	84
Techo	2.37	267	269	90	77
Pared 1	88	230	318	78	79
Pared 2	110	252	362	78	90
Pared 3	149	269	418	78	104
Pared 4	83	237	320	78	79

Simetrías en el plano útil

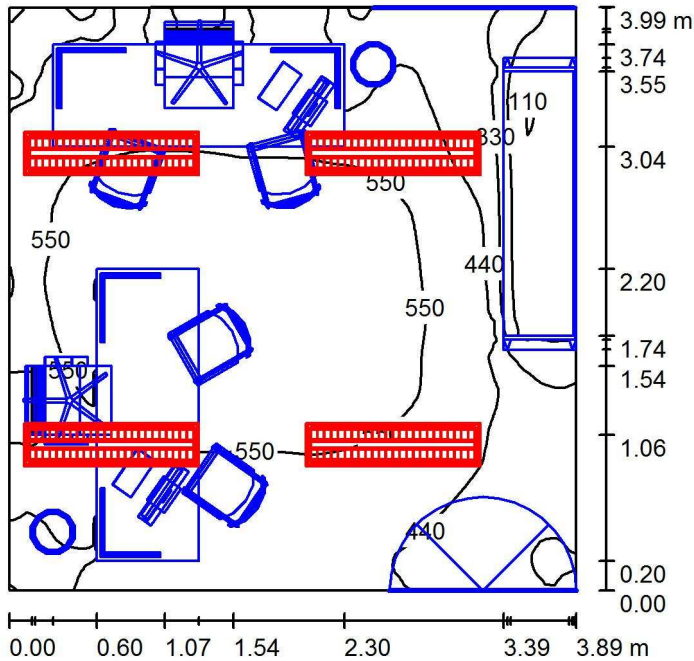
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.159 (1:6)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.089 (1:11)

Valor de eficiencia energética:  $19.24 \text{ W/m}^2 = 3.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $28.89 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Luminarias T5 / alumbrado artificial / Resumen**



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	469	101	637	0.216
Suelo	30	257	46	447	0.180
Techo	90	180	129	238	0.716
Paredes (4)	78	254	11	1031	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS165 K 2xTL5-28W HF M2 (1.000)	3150	5250	62.0
			Total: 12600	Total: 21000	248.0

Valor de eficiencia energética: 15.98 W/m<sup>2</sup> = 3.41 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 15.52 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / alumbrado artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 12600 lm  
Potencia total: 248.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	291	178	469	/	/
Superficie de cálculo 1	318	182	500	/	/
Suelo	145	112	257	30	25
Techo	0.00	180	180	90	52
Pared 1	99	165	264	78	66
Pared 2	52	150	202	78	50
Pared 3	93	156	249	78	62
Pared 4	139	161	301	78	75

Simetrías en el plano útil

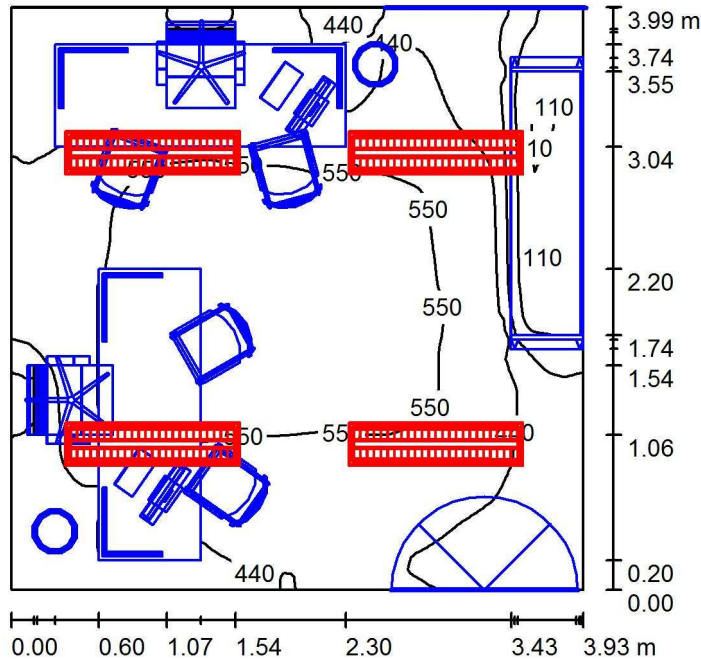
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.216 (1:5)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.159 (1:6)

Valor de eficiencia energética:  $15.98 \text{ W/m}^2 = 3.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.52 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Luminarias T5 / alumbrado artificial / Resumen



Altura del local: 2.840 m, Altura de montaje: 2.850 m

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	457	87	615	0.191
Suelo	30	256	40	446	0.156
Techo	90	199	142	304	0.713
Paredes (4)	78	241	19	565	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS165 K 2xTL5-28W HF M2 (1.000)	3150	5250	62.0
			Total: 12600	Total: 21000	248.0

Valor de eficiencia energética:  $15.82 \text{ W/m}^2 = 3.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.68 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / alumbrado artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 12600 lm  
Potencia total: 248.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	275	181	457	/	/
Superficie de cálculo 1	323	192	514	/	/
Suelo	140	117	256	30	24
Techo	0.01	199	199	90	57
Pared 1	88	164	252	78	63
Pared 2	59	149	208	78	52
Pared 3	86	152	239	78	59
Pared 4	104	161	265	78	66

Simetrías en el plano útil

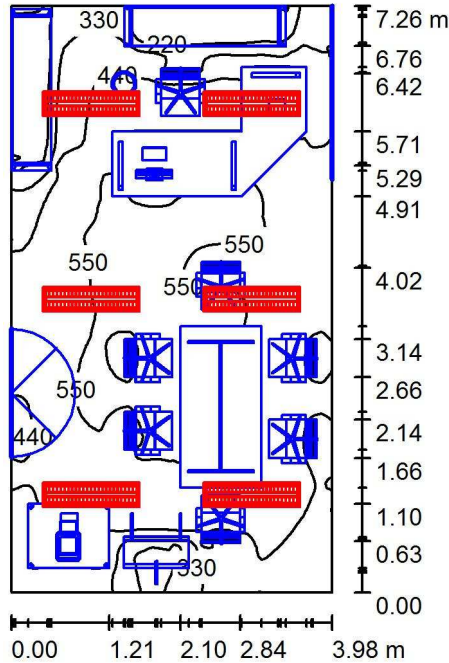
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.191 (1:5)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.142 (1:7)

Valor de eficiencia energética:  $15.82 \text{ W/m}^2 = 3.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.68 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

**Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resumen**



Altura del local: 3.000 m

Valores en Lux, Escala 1:94

Superficie	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	446	70	588	0.157
Suelo	69	292	55	600	0.189
Techo	90	218	129	351	0.591
Paredes (4)	78	262	20	549	/

**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	6	PHILIPS TBS165 K 2xTL5-28W HF M2 (1.000)	3150	5250	62.0
Total:			18900	31500	372.0

Valor de eficiencia energética: 12.87 W/m<sup>2</sup> = 2.88 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 28.89 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 18900 lm  
Potencia total: 372.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	262	185	446	/	/
Superficie de cálculo 1	310	192	502	/	/
Suelo	138	153	292	69	64
Techo	0.00	218	218	90	63
Pared 1	73	202	275	78	68
Pared 2	99	192	291	78	72
Pared 3	32	156	188	78	47
Pared 4	79	187	266	78	66

Simetrías en el plano útil

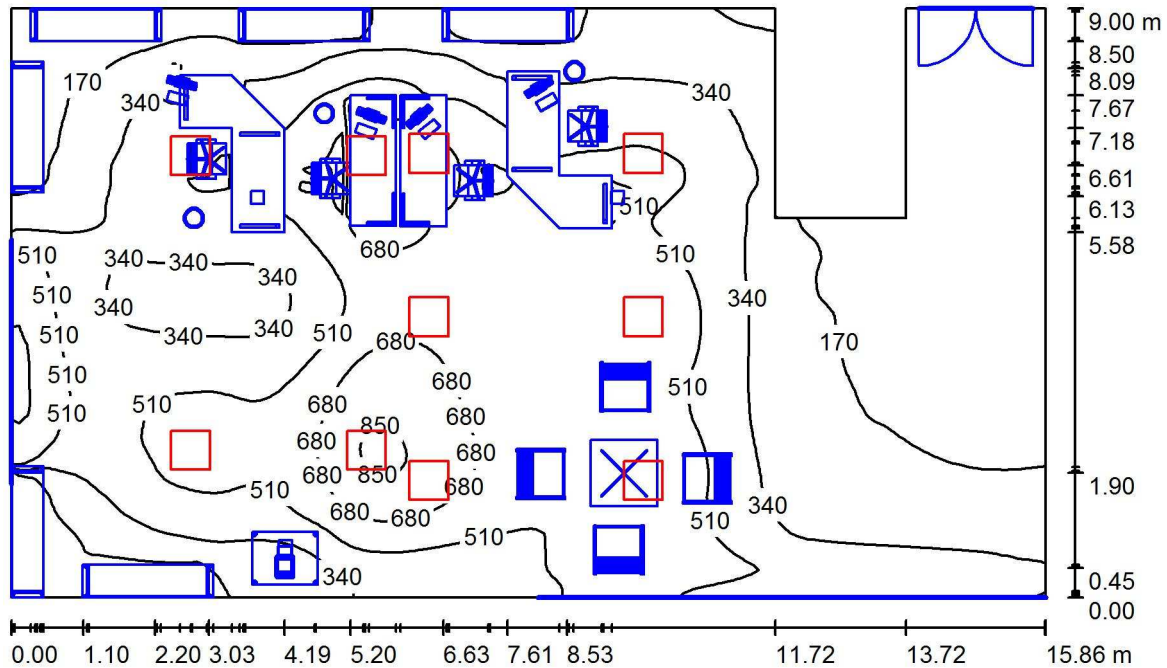
$E_{\min} / E_m$ : 0.157 (1:6)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.119 (1:8)

Valor de eficiencia energética: 12.87 W/m<sup>2</sup> = 2.88 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 28.89 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resumen



Altura del local: 2.950 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	377	35	884	0.092
Suelo	69	332	37	775	0.113
Techo	90	196	48	295	0.243
Paredes (8)	78	150	20	484	/

### Plano útil:

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

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBS707 2xPL-L36W HFE D6 (1.000)	3886	5800	70.0
2	4	PHILIPS TBS869 C 4xTL5-14W HFA D8 (1.000)	3500	5000	0.0
			Total: 37316	Total: 54800	420.0

Valor de eficiencia energética:  $3.08 \text{ W/m}^2 = 0.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $136.34 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 37316 lm  
Potencia total: 420.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	222	155	377	/	/
Superficie de cálculo 1	361	169	530	/	/
Superficie de cálculo 2	345	174	520	/	/
Suelo	186	146	332	69	73
Techo	0.00	196	196	90	56
Pared 1	26	168	194	78	48
Pared 2	19	107	126	78	31
Pared 3	2.07	62	65	78	16
Pared 4	0.61	60	61	78	15
Pared 5	21	151	172	78	43
Pared 6	35	197	232	78	58
Pared 7	17	130	147	78	36
Pared 8	3.55	114	118	78	29

Simetrías en el plano útil

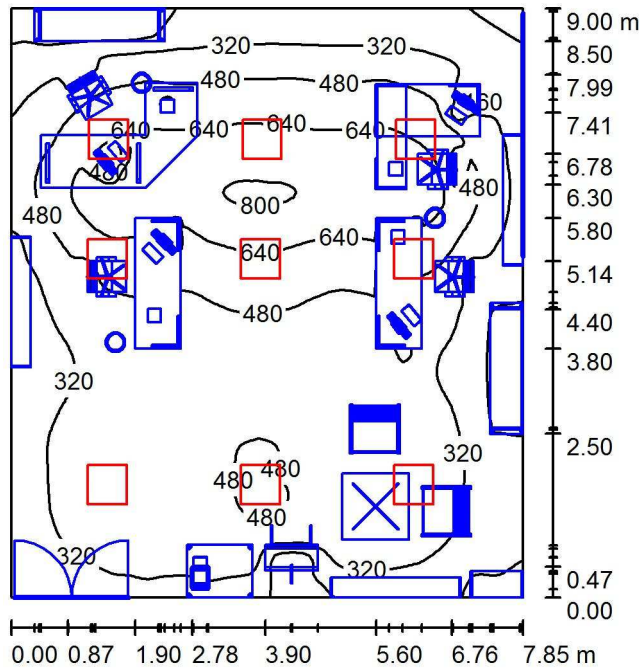
$E_{\min} / E_m$ : 0.092 (1:11)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.039 (1:25)

Valor de eficiencia energética:  $3.08 \text{ W/m}^2 = 0.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $136.34 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminaria T5 / Escena de luz artificial / Resumen



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	417	34	816	0.083
Suelo	30	310	26	654	0.084
Techo	90	112	58	155	0.522
Paredes (4)	78	120	15	299	/

### 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)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS TBS460 SQR 4xTL5-14W HFP D8-C (1.000)	4150	5000	63.0
2	6	PHILIPS TBS707 2xPL-L36W HFE D6 (1.000)	3886	5800	70.0
			Total: 35766	Total: 49800	609.0

Valor de eficiencia energética:  $8.62 \text{ W/m}^2 = 2.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $70.65 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminaria T5 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 35766 lm  
Potencia total: 609.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	326	91	417	/	/
Superficie de cálculo 1	480	98	578	/	/
Suelo	225	85	310	30	30
Techo	0.00	112	112	90	32
Pared 1	29	87	116	78	29
Pared 2	25	70	95	78	24
Pared 3	24	100	124	78	31
Pared 4	50	96	146	78	36

Simetrías en el plano útil

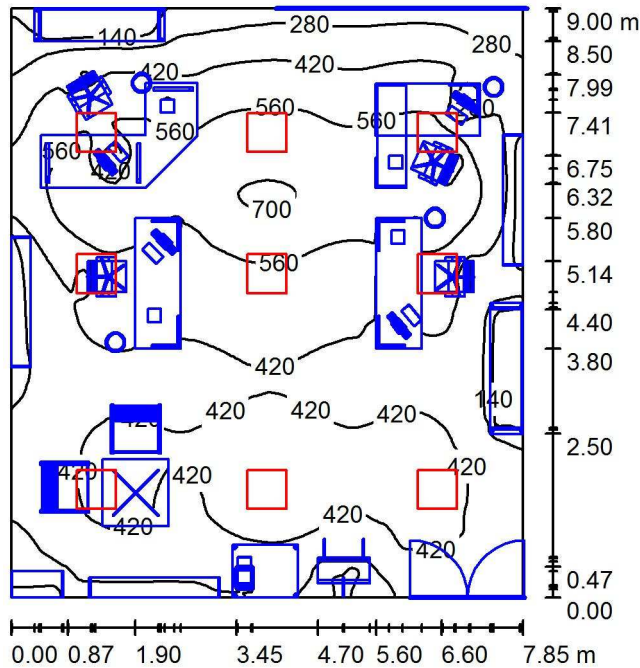
$E_{\min} / E_m$ : 0.083 (1:12)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.042 (1:24)

Valor de eficiencia energética:  $8.62 \text{ W/m}^2 = 2.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $70.65 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resumen



Altura del local: 2.900 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	427	44	718	0.104
Suelo	30	319	30	608	0.095
Techo	90	129	76	186	0.591
Paredes (4)	78	149	18	376	/

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)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS TBS460 SQR 4xTL5-14W HFP D8-C (1.000)	4150	5000	63.0
2	6	PHILIPS TBS707 2xPL-L36W HFE D6 (1.000)	3886	5800	70.0
Total:			35766	49800	609.0

Valor de eficiencia energética:  $8.62 \text{ W/m}^2 = 2.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $70.65 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 35766 lm  
Potencia total: 609.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	315	112	427	/	/
Superficie de cálculo 2	439	118	558	/	/
Suelo	217	102	319	30	31
Techo	0.00	129	129	90	37
Pared 1	38	101	139	78	35
Pared 2	44	116	160	78	40
Pared 3	27	111	138	78	34
Pared 4	57	98	155	78	38

Simetrías en el plano útil

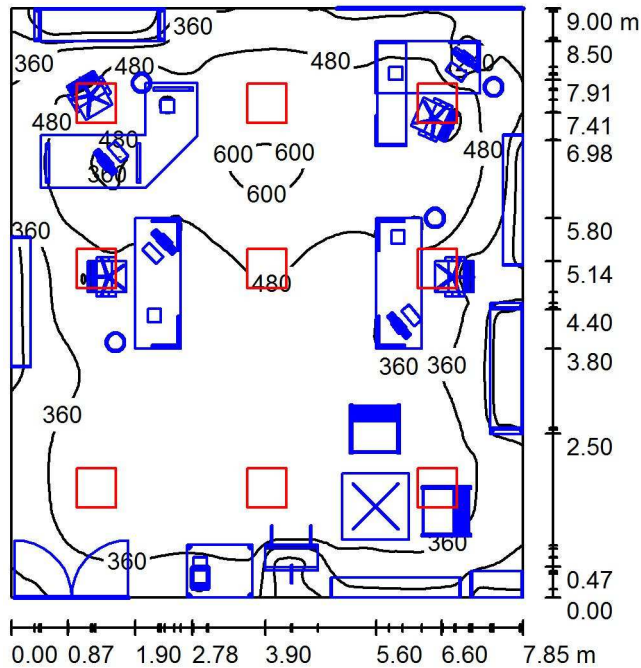
$E_{\min} / E_m$ : 0.104 (1:10)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.062 (1:16)

Valor de eficiencia energética:  $8.62 \text{ W/m}^2 = 2.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $70.65 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resumen



Altura del local: 2.950 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	409	39	620	0.095
Suelo	30	304	28	571	0.093
Techo	90	118	67	163	0.564
Paredes (4)	78	141	16	338	/

### Plano útil:

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

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS TBS460 SQR 4xTL5-14W HFP D8-C (1.000)	4150	5000	63.0
2	6	PHILIPS TBS707 2xPL-L36W HFE D6 (1.000)	3886	5800	70.0
Total:			35766	49800	609.0

Valor de eficiencia energética:  $8.62 \text{ W/m}^2 = 2.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $70.65 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 35766 lm  
Potencia total: 609.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	308	102	409	/	/
Superficie de cálculo 1	391	111	501	/	/
Suelo	212	92	304	30	29
Techo	0.00	118	118	90	34
Pared 1	30	93	123	78	30
Pared 2	44	93	136	78	34
Pared 3	35	107	142	78	35
Pared 4	57	104	161	78	40

Simetrías en el plano útil

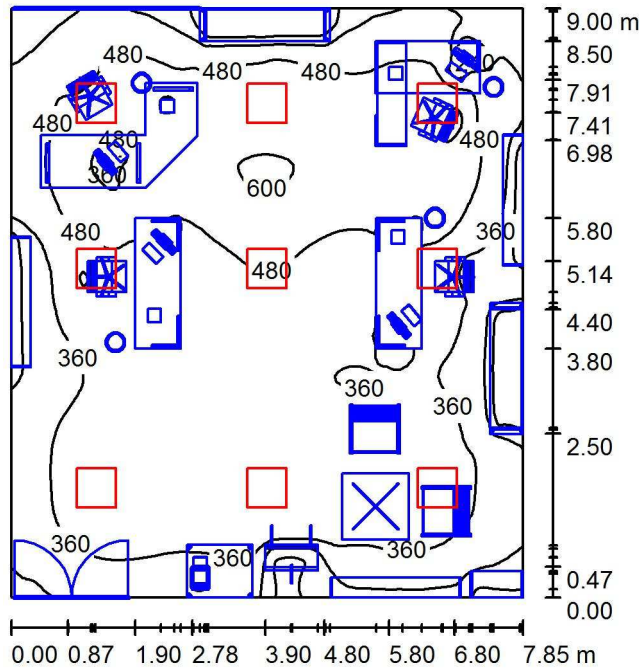
$E_{\min} / E_m$ : 0.095 (1:11)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.063 (1:16)

Valor de eficiencia energética:  $8.62 \text{ W/m}^2 = 2.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $70.65 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminaria T5 / Escena de luz artificial / Resumen



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	407	37	613	0.091
Suelo	30	301	28	563	0.093
Techo	90	114	63	154	0.551
Paredes (4)	78	137	25	368	/

### 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)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS TBS460 SQR 4xTL5-14W HFP D8-C (1.000)	4150	5000	63.0
2	6	PHILIPS TBS707 2xPL-L36W HFE D6 (1.000)	3886	5800	70.0
			Total: 35766	Total: 49800	609.0

Valor de eficiencia energética:  $8.62 \text{ W/m}^2 = 2.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $70.65 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminaria T5 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 35766 lm  
Potencia total: 609.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	308	100	407	/	/
Superficie de cálculo 1	404	104	508	/	/
Suelo	212	90	301	30	29
Techo	0.00	114	114	90	33
Pared 1	29	93	121	78	30
Pared 2	43	90	133	78	33
Pared 3	31	99	131	78	32
Pared 4	56	106	162	78	40

Simetrías en el plano útil

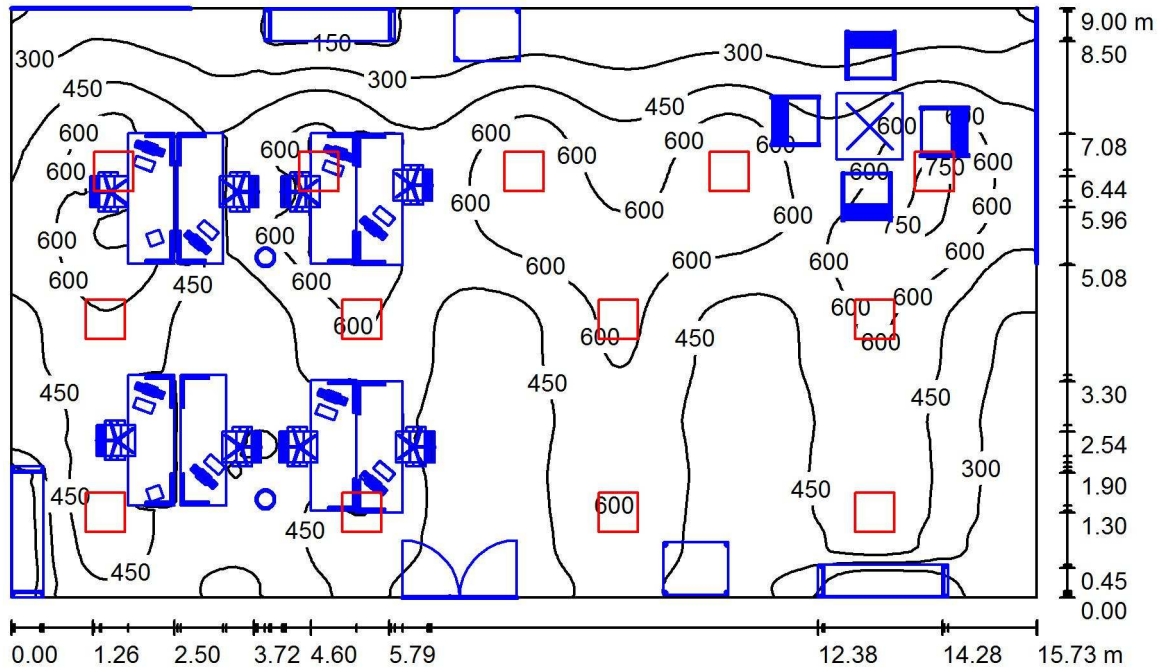
$E_{\min} / E_m$ : 0.091 (1:11)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.061 (1:16)

Valor de eficiencia energética:  $8.62 \text{ W/m}^2 = 2.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $70.65 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	453	47	778	0.103
Suelo	69	381	44	621	0.115
Techo	90	246	118	369	0.481
Paredes (4)	78	241	37	448	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	PHILIPS TBS460 SQR 4xTL5-14W HFP D8-C (1.000)	4150	5000	63.0
2	8	PHILIPS TBS707 2xPL-L36W HFE D6 (1.000)	3886	5800	70.0
			Total: 51838	Total: 71400	875.0

Valor de eficiencia energética:  $6.18 \text{ W/m}^2 = 1.36 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $141.57 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 51838 lm  
Potencia total: 875.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	240	213	453	/	/
Superficie de cálculo 1	303	202	505	/	/
Superficie de cálculo 2	276	236	512	/	/
Suelo	188	193	381	69	84
Techo	0.00	246	246	90	71
Pared 1	41	198	239	78	59
Pared 2	27	233	260	78	65
Pared 3	7.35	225	232	78	58
Pared 4	39	203	242	78	60

Simetrías en el plano útil

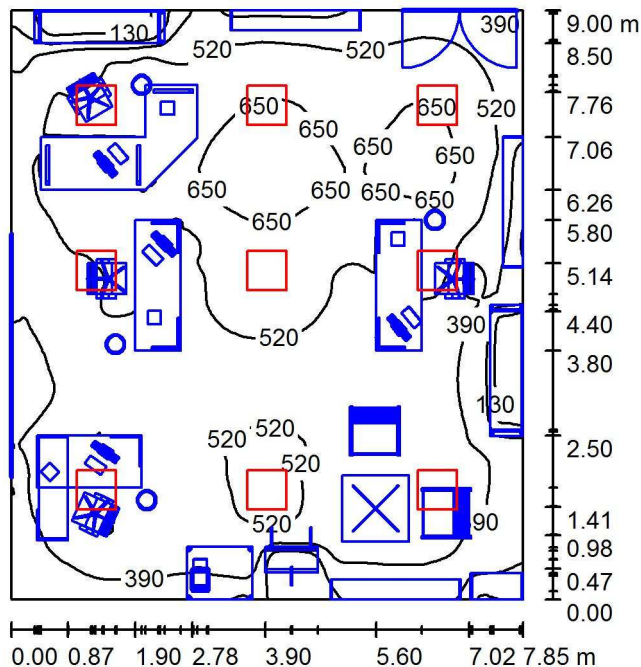
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.103 (1:10)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.060 (1:17)

Valor de eficiencia energética:  $6.18 \text{ W/m}^2 = 1.36 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $141.57 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resumen



Altura del local: 3.040 m, Altura de montaje: 2.980 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	483	61	707	0.126
Suelo	69	380	34	656	0.090
Techo	90	220	102	288	0.464
Paredes (4)	78	225	17	483	/

### Plano útil:

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

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS TBS460 SQR 4xTL5-14W HFP D8-C (1.000)	4150	5000	63.0
2	6	PHILIPS TBS707 2xPL-L36W HFE D6 (1.000)	3886	5800	70.0
Total:			35766	49800	609.0

Valor de eficiencia energética:  $8.62 \text{ W/m}^2 = 1.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $70.65 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibáñez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de luz artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 35766 lm  
Potencia total: 609.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	305	177	483	/	/
Superficie de cálculo 2	318	179	497	/	/
Superficie de cálculo 3	402	185	587	/	/
Suelo	215	164	380	69	83
Techo	0.00	220	220	90	63
Pared 1	34	173	207	78	51
Pared 2	43	181	223	78	55
Pared 3	25	196	222	78	55
Pared 4	64	181	246	78	61

Simetrías en el plano útil

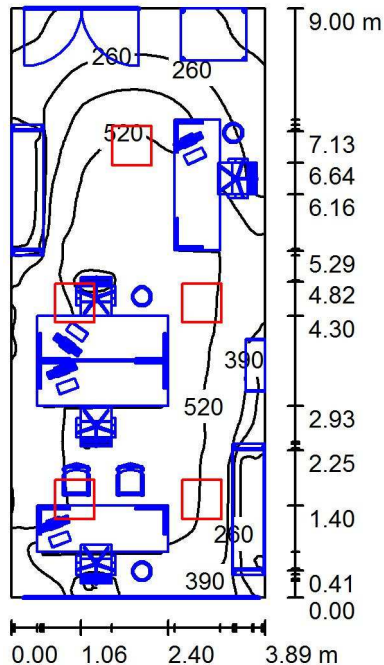
$E_{\min} / E_m$ : 0.126 (1:8)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.086 (1:12)

Valor de eficiencia energética:  $8.62 \text{ W/m}^2 = 1.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $70.65 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibañez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de artificial / Resumen



Altura del local: 2.900 m, Altura de montaje: 2.990 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	401	29	643	0.072
Suelo	30	254	41	479	0.161
Techo	90	141	71	278	0.506
Paredes (4)	78	158	9.46	566	/

### Plano útil:

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

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS TBS460 SQR 4xTL5-14W HFP D8-C (1.000)	4150	5000	63.0
2	4	PHILIPS TBS707 2xPL-L36W HFE D6 (1.000)	3886	5800	70.0
			Total: 19694	Total: 28200	343.0

Valor de eficiencia energética:  $9.80 \text{ W/m}^2 = 2.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $35.01 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibañez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 19694 lm  
Potencia total: 343.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

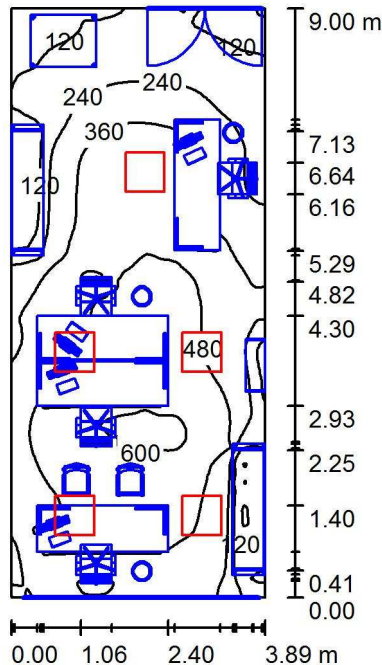
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	284	117	401	/	/
Superficie de cálculo 1	362	141	503	/	/
Superficie de cálculo 2	441	112	553	/	/
Suelo	164	90	254	30	24
Techo	0.00	141	141	90	40
Pared 1	77	113	190	78	47
Pared 2	43	111	153	78	38
Pared 3	10	88	98	78	24
Pared 4	61	112	173	78	43

Simetrías en el plano útil  
 $E_{\min} / E_m$ : 0.072 (1:14)  
 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.045 (1:22)

Valor de eficiencia energética:  $9.80 \text{ W/m}^2 = 2.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $35.01 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibañez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de artificial / Resumen



Altura del local: 2.900 m, Altura de montaje: 2.990 m

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	353	37	614	0.103
Suelo	69	234	44	469	0.189
Techo	90	164	90	276	0.548
Paredes (4)	78	172	18	491	/

### Plano útil:

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

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS TBS460 SQR 4xTL5-14W HFP D8-C (1.000)	4150	5000	63.0
2	4	PHILIPS TBS707 2xPL-L36W HFE D6 (1.000)	3886	5800	70.0
			Total: 19694	Total: 28200	343.0

Valor de eficiencia energética:  $9.80 \text{ W/m}^2 = 2.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $35.01 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Inés Ibañez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminarias T5 / Escena de artificial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 19694 lm  
Potencia total: 343.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	222	131	353	/	/
Superficie de cálculo 1	360	162	522	/	/
Superficie de cálculo 2	291	122	413	/	/
Suelo	125	109	234	69	51
Techo	0.00	164	164	90	47
Pared 1	73	144	217	78	54
Pared 2	33	136	170	78	42
Pared 3	4.84	107	112	78	28
Pared 4	50	131	181	78	45

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.103 (1:10)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.060 (1:17)

Valor de eficiencia energética:  $9.80 \text{ W/m}^2 = 2.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $35.01 \text{ m}^2$ )

## ANEXO III-CARACTERÍSTICAS HUECOS

---



Nomenclatura	Nomenclatura fachada	Material fachada	Multiplicador	Dimensiones (Cm)	Tipo de marco	Color marco	%Del hueco	Porcentaje de marco	Protección solar
P1	SUR_S2	Alucobond	2	3,70x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	11,31	100,00	NO
P2	SUR_S2	Alucobond	1	2,30x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	6,99	7,58	SI
P5	ESTE_E1	Alucobond	2	2,68x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	8,15	100,00	NO
P4	NORTE_S2	Alucobond	4	2,30x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	6,99	7,58	SI
P3	OESTE_O2	Caravista	1	1,77x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	5,2	7,69	NO
V1	SUR_S2	Alucobond	4	1,57x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	4,77	16,98	NO
V2	SUR_S1	Prodema	3	1,45x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	4,42	18,55	NO
V3	SUR_S1	Prodema	3	2,14x1,06	Metálico sin RPT	Gris claro	2,26	13,72	NO
V4	SUR_S2	Alucobond	2	3,20x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	9,72	6,28	NO
V5	ESTE_E2	Caravista	9	1,38x1,38	Metálico sin RPT	Gris claro	1,9	14,21	SI
V6	ESTE_E1	Alucobond	4	1,15x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	3,52	20,74	NO
V7	NORTE_S1	Prodema	3	1,52x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	4,62	9,74	NO
V8	NORTE_S1	Prodema	1	3,20x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	9,72	6,28	NO
V9	NORTE_S2	Alucobond	2	3,72x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	11,33	6,09	NO
V10	NORTE_S2	Alucobond	2	1,57x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	4,77	16,98	NO
V11	SUR_S2	Alucobond	3	2,30x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	6,99	7,58	SI
V12	ESTE_E1	Alucobond	2	2,68x3,04	Metálico sin RPT	Gris claro	8,15	7,48	NO
V13	OESTE_O2	Caravista	1	2,00x6,56	Metálico sin RPT	Gris claro	13,12	9,76	NO
V14	OESTE_O1	Alucobond	2	7,78x1,03	Metálico sin RPT	Gris claro	8,01	10,86	SI
L1		Por defecto	8	1,10x1,10	PVC	Blanco	1,21	47,11	SI
L2		Por defecto	1	2,60x2,60	PVC	Blanco			SI

## ANEXO IV-CARGAS TÉRMICAS

---

Atendiendo al cálculo de cargas térmicas diferenciaremos dos grandes grupos:

- Cargas térmicas procedentes del ambiente exterior del edificio
  - Cargas a través de cerramientos
  - Cargas a través de superficies acristaladas, ventanas y claraboyas
  - Cargas introducidas a través de la ventilación
  - Cargas debidas a la infiltración
  
- Cargas térmicas generadas en el interior del edificio:
  - Cargas generadas por las personas
  - Cargas de iluminación
  - Cargas generadas por equipos eléctricos

Nos centraremos especialmente en el cálculo de cargas térmicas para satisfacer las necesidades de refrigeración.

El cálculo de la carga térmica de refrigeración ( $Q_r$ ) es necesario para saber la capacidad de refrigeración de los aparatos y en última instancia de su potencia eléctrica de consumo.

La carga térmica total se obtiene con la expresión:

$$Q = Q_s + Q_l$$

- $Q_s$ : es la carga térmica sensible (W)

-Ql: es la carga térmica latente (W)

Para el cálculo de la carga sensible empleamos la siguiente expresión:

$$Q_s = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{st} + Q_{si} + Q_{sai}$$

En donde:

-Q<sub>sr</sub>: Es el valor de la carga sensible debida a la radiación solar a través de las superficies acristaladas (W)

-Q<sub>str</sub>: Es la carga sensible por la transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores (W)

-Q<sub>st</sub>: Es la carga sensible por la transmisión a través de paredes, techos, suelos y puertas interiores (W)

-Q<sub>si</sub>: Es la carga sensible transmitida por infiltraciones de aire exterior (W)

-Q<sub>sai</sub>: Es la carga sensible debida a aportaciones internas (W)

Para finalizar, para el cálculo de la carga térmica latente empleamos la siguiente expresión:

$$-Q_l = Q_{li} + Q_{lp}$$

En donde,

-Q<sub>li</sub>: Es la carga latente transmitida por infiltraciones de aire exterior (W)

-Q<sub>lp</sub>: Es la carga latente debida a la ocupación del local (W)

Realizaremos los cálculos siguiendo los criterios anteriormente descritos tal y como se detallan a continuación.

<b>OBRA</b>	SALÓN DE ACTOS CEEI CASTELLÓN
<b>LOCALIZACIÓN</b>	CEEI CASTELLÓN

	T °c		H.R %	
	INVIERNO	VERANO	INVIERNO	VERANO
<b>INTERIOR</b>	21	25	55	55
<b>EXTERIOR</b>	4	34	60	80

<b>SUPERFICIE (m2)</b>	87,01
<b>ALTURA</b>	3,1
<b>VOLUMEN (m3)</b>	269,92

**OCUPACIÓN**

PERSONAS	50		
LATENTE	42	Total	2.100,00
SENSIBLE	62	Total	3.100,00
		<b>TOTAL OCUPACIÓN (W)</b>	5.200,00

**ILUMINACIÓN**

LED 5W	100
LAMPARA ADORNO 120W	1200
<b>TOTAL ILUMINACIÓN (W)</b>	1300

**CERRAMIENTOS INTERIORES**

	VERANO			
	S (m2)	K	AT	SENSIBLE
Pared interior	51,48	1,7	4,5	393,82
Techo	87,01	1,7	4,5	665,63
suelo	87,01	1,7	4,5	665,63
<b>TOTAL CERRAMIENTOS INTERIORES (W)</b>				1.725,08

	INVIERNO			
	S (m2)	K	AT	SENSIBLE
	51,48	1,7	8,5	743,89
	87,01	1,7	8,5	1.257,29
	87,01	1,7	8,5	1.257,29
<b>TOTAL CERRAMIENTOS INTERIORES (W)</b>				3.258,48

<b>CERRAMIENTOS ACRISTALADOS</b>	FACHADA NORTE. DESPRECIABLE
----------------------------------	-----------------------------

<b>Coefficiente de seguridad 1,1 frio/1,2 calor</b>			
<b>TOTAL (W)</b>	9.047,58	<b>TOTAL (W)</b>	3.910,17




**VENTILACIÓN**

VOLUMEN AIRE	1440		
m3/h PERSONA	16,7		
	COEF.	W/T	TOTAL
LATENTE	0,72	8,9	9.227,52
SENSIBLE	0,29	9	3.758,40
	COEF.	W/T	TOTAL
LATENTE	0,72	6	6.220,80
SENSIBLE	0,29	17	7.099,20

<b>TOTAL VENTILACIÓN (W)</b>	12.985,92	<b>TOTAL VENTILACIÓN (W)</b>	13.320,00
<b>TOTAL REFRIGERACIÓN (W)</b>	22.033,50	<b>TOTAL CALEFACCIÓN (W)</b>	17.230,17

## ANEXO V-PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN

---

	<h1>PRESUPUESTO</h1>	 
---	----------------------	---

Mantenimiento Preventivo, Correctivo, Multitécnico y Multiservicio. Gestión de la Energía y del Mantenimiento Integral.

<b>Fecha:</b>	<b>Nº Mensaje:</b>	<b>Nº pág. incluyendo ésta:</b> 2
---------------	--------------------	-----------------------------------

<b>De:</b>	<b>Dpto.:</b> Servicio Técnico	<b>Ref.:</b>
------------	--------------------------------	--------------

<b>A:</b>	<b>Empresa:</b> CEEI Castellón	
-----------	--------------------------------	--

<b>C/C:</b>
-------------

<b>ASUNTO:</b> Instalación autónomo compacto en salón de actos
--

Estimados Sres.

Siguiendo sus indicaciones y tras las inspecciones realizadas, le remitimos el siguiente presupuesto consistente en la instalación de un equipo independiente para el salón de actos en el Ed. CEEI Castellón.

Agradeciendo la consideración de la oferta, le saluda atentamente,



**Ageval Servicio**Una empresa de:  
**Dalkia**

# PRESUPUESTO






## PROPUESTA ECONÓMICA

INSTALACIÓN EQUIPO COMPACTO SALÓN DE ACTOS
CEEI



### P.VENTA (incluido p.p. mano de obra)

Cdad.	Concepto	P. Unit.	P. Total
1	INSTALACIÓN EQUIPO INDEPENDIENTE SALÓN DE ACTOS Ud. Desmontaje de climatizar existente	146,12	146,12
1	Ud. Suministro y montaje de equipo Compacto Bomba de Calor de 21.8 kW en frío y 22.8 kW en calor. Incluso pp de accesorios de soportación, bancada de hormigón y puesta en marcha	5.395,39	5.395,39
1	Ud. Embocaduras de impulsión y retorno en conductos de chapa galvanizada aislada interiormente con Basotec	426,18	426,18
1	Ud. Medios de elevación mediante grúa en calle Ginjols	547,94	547,94
1	Ud. Instalación eléctrica de fuerza que incluye modificación de cuadro secundario, protecciones térmicas y diferencial y cableado.	1.095,88	1.095,88
1	Ud. Modificación difusión existente por toberas de largo alcance (10 unidades para 400m <sup>3</sup> /h cada una). Será necesario realizar trabajos de escayola para taponar el frontal del falseado y colocar en la superficie nueva las toberas, todo ello incluido en el precio.	2.191,76	2.191,76
		Total presupuesto	<b>9803,28</b>
		IVA 18%	1764,59
		<b>TOTAL</b>	<b>11567,87</b>

 <b>Ageval Servicio</b> Una empresa de: <b>Dalkia</b>	<h1>PRESUPUESTO</h1>	 

Mantenimiento Preventivo, Correctivo, Multitécnico y Multiservicio. Gestión de la Energía y del Mantenimiento Integral.

<b>Fecha:</b>	<b>Nº Mensaje:</b>	<b>Nº pág. incluyendo ésta: 2</b>
---------------	--------------------	-----------------------------------

<b>De:</b>	<b>Dpto.:</b> Servicio Técnico	<b>Ref.:</b>
------------	--------------------------------	--------------

<b>A:</b>	<b>Empresa:</b> IMPIVA	<b>Nº de fax:</b> <b>Teléfono:</b>
-----------	------------------------	---------------------------------------

<b>C/C:</b>
-------------

<b>ASUNTO:</b> Aislamiento tuberías climatización Impiva Castellón
--

Estimado Sr.

Tras las inspecciones realizadas, le remitimos el siguiente presupuesto consistente en el aislamiento de tuberías de climatización instaladas en las cubiertas de los edificios de CEEI y AICE (Impiva) de Castellón por encontrarse deteriorado debido a reformas realizadas anteriormente.

El aislamiento se realiza a base de Armaflex IT de diferentes espesores y terminación con chapa de aluminio de 0.6 mm de espesor.

Agradeciendo la consideración de la oferta, le saluda atentamente,

## PROPUESTA ECONÓMICA

### AISLAMIENTO TUBERÍAS CLIMATIZACIÓN

### IMPIVA

AGEVAL SERVICIO, S.A.


**GRUPO AGEVAL**

 N° DE OFERTA **P602608**

### PRECIOS DE VENTA

Cdad.	Concepto	P. Unit.	P. Total
	EDIFICIO CEEI CASTELLÓN	43	1999
46	ML TUBERÍA DE 3" (30MM DE ESPESOR)	26	339
13	CODOS TUBERÍA DE 3" (30MM DE ESPESOR)	65	391
6	VÁLVULAS TUBERÍA DE 3" (30 MM DE ESPESOR)	43	43
1	BOMBA TUBERÍA DE 3" (30MM DE ESPESOR)	61	245
4	ML TUBERÍA DE 4" (40MM DE ESPESOR)	28	141
5	ML TUBERÍA DE 1" (20MM DE ESPESOR)	17	101
6	CODOS TUBERÍA DE 1" (20MM DE ESPESOR)		
	<b>TOTAL</b>		<b>3259</b>

## ANEXO VI-CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

---

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

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

Nombre del edificio	Centro Europeo de Empresas Innovadoras (CEEI)		
Dirección	C/Ginjols, 1		
Municipio	Castellón de la Plana	Código Postal	12003
Provincia	Castellón	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1995
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	4102601YK5340S0001LH		

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

<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Vivienda             <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Unifamiliar</li> <li><input type="radio"/> Bloque                 <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Bloque completo</li> <li><input type="radio"/> Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Terciario             <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Edificio completo</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul> </li> </ul>
---	---

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Inés Ibañez Briz	NIF	48593680
Razón social	Inés Ibañez Briz	CIF	48593680q
Domicilio	C/San francisco 3-6		
Municipio	Godella	Código Postal	46110
Provincia	Castellón	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail	ines@g		
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto técnico		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE <sup>3</sup> X v1.1		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha: 15/11/2014

Firma del técnico certificador

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

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

# 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

<b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>	2006.37
---	---------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

## 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	1096	1.40	Por defecto
SUR_S1	Fachada	100.83	0.51	Conocido
SUR_S2	Fachada	175.80	2.28	Conocido
NORTE_N2	Fachada	104.18	2.28	Conocido
NORTE_N1	Fachada	101.81	0.51	Conocido
ESTE_E1	Fachada	256.85	2.28	Conocido
ESTE_E2	Fachada	325.23	0.46	Conocido
OESTE_O1	Fachada	372.06	2.28	Conocido
OESTE_O2	Fachada	390.38	0.46	Conocido
Suelo	Suelo	1096	1.00	Por defecto

### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
L1_Lucernarios laterales	Lucernario	9.68	3.30	0.75	Estimado	Estimado
L2_Lucernario central	Lucernario	6.76	5.70	0.82	Estimado	Estimado
SUR_S1_V2	Hueco	13.22	3.30	0.75	Estimado	Estimado
SUR_S1_V3	Hueco	6.81	3.30	0.75	Estimado	Estimado
SUR_S2_V1	Hueco	19.09	3.30	0.75	Estimado	Estimado
SUR_S2_V4	Hueco	19.46	3.30	0.75	Estimado	Estimado
SUR_S2_V11	Hueco	20.98	3.30	0.75	Estimado	Estimado
NORTE_N2_V9	Hueco	22.62	3.30	0.75	Estimado	Estimado
NORTE_N2_V10	Hueco	9.55	3.30	0.75	Estimado	Estimado
NORTE_N2_P4	Hueco	27.97	3.30	0.75	Estimado	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
NORTE_N1_V7	Hueco	14.32	3.30	0.75	Estimado	Estimado
NORTE_N1_V8	Hueco	9.73	3.30	0.75	Estimado	Estimado
ESTE_E1_P5	Hueco	16.29	0.00	0.00	Estimado	Estimado
ESTE_E1_V6	Hueco	13.98	3.30	0.75	Estimado	Estimado
ESTE_E1_V12	Hueco	16.29	3.30	0.75	Estimado	Estimado
ESTE_E2_V5	Hueco	17.14	3.30	0.75	Estimado	Estimado
OESTE_O1_V14	Hueco	16.03	3.30	0.75	Estimado	Estimado
OESTE_O2_P3	Hueco	5.38	3.30	0.75	Estimado	Estimado
SUR_S2_P1	Hueco	22.5	0.00	0.00	Estimado	Estimado
SUR_S2_P2	Hueco	6.99	3.30	0.75	Estimado	Estimado
OESTE_O2_V13	Hueco	13.12	3.30	0.75	Estimado	Estimado

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Unidad central	Bomba de Calor		112.40	Electricidad	Estimado
Roof top	Bomba de Calor		98.60	Electricidad	Estimado
Split autónomo	Bomba de Calor		212.90	Electricidad	Estimado
Split autónomo_2	Bomba de Calor		212.90	Electricidad	Estimado
Split autónomo_3	Bomba de Calor		230.70	Electricidad	Estimado

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Unidad central	Bomba de Calor		118.40	Electricidad	Estimado
Roof top	Bomba de Calor		107.70	Electricidad	Estimado
Split autónomo	Bomba de Calor		199.40	Electricidad	Estimado
Split autónomo_2	Bomba de Calor		199.40	Electricidad	Estimado
Split autónomo_3	Bomba de Calor		236.70	Electricidad	Estimado

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
ACS	Efecto Joule		90.0	Electricidad	Estimado

### 4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m <sup>2</sup> ]	VEEI [W/m <sup>2</sup> ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	19.39	3.03	640.00	Conocido
Edificio Objeto	19.39	3.03	640.00	Conocido
Edificio Objeto	19.39	3.03	640.00	Conocido
Edificio Objeto	19.39	3.03	640.00	Conocido
Edificio Objeto	22.09	2.32	953.00	Conocido
Edificio Objeto	7.15	1.36	525.00	Conocido
Edificio Objeto	12.92	1.95	663.00	Conocido

Espacio	Potencia instalada [W/m <sup>2</sup> ]	VEEI [W/m <sup>2</sup> ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	12.92	1.96	659.00	Conocido
Edificio Objeto	12.92	1.95	664.00	Conocido
Edificio Objeto	18.54	2.75	675.00	Conocido
Edificio Objeto	18.54	2.75	675.00	Conocido
Edificio Objeto	18.54	2.75	675.00	Conocido
Edificio Objeto	12.84	1.93	665.00	Conocido
Edificio Objeto	10.66	1.43	748.00	Conocido
Edificio Objeto	13.19	1.89	697.00	Conocido
Edificio Objeto	15.29	2.30	664.00	Conocido
Edificio Objeto	15.29	2.16	707.00	Conocido
Edificio Objeto	18.37	2.54	724.00	Conocido
Edificio Objeto	18.37	2.54	724.00	Conocido
Edificio Objeto	18.37	2.54	724.00	Conocido
Edificio Objeto	14.99	2.22	675.00	Conocido
Edificio Objeto	7.45	1.24	600.00	Conocido
Edificio Objeto	14.81	2.47	600.00	Conocido
Edificio Objeto	66.60	11.10	600.00	Conocido
Edificio Objeto	6.59	1.10	600.00	Conocido
Edificio Objeto	5.27	0.88	600.00	Conocido
Edificio Objeto	2.43	0.40	600.00	Conocido

#### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Perfil de uso
Edificio	2006.37	Intensidad Media - 12h



## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Intensidad Media - 12h
----------------	----	-----	------------------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	<b>69.67 D</b>	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		G	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	
		33.76		1.18	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		C		B	
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	
69.67		18.01		16.7	

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

### 2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	<b>44.61 G</b>		<b>33.85 C</b>				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
				44.61		33.85	

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

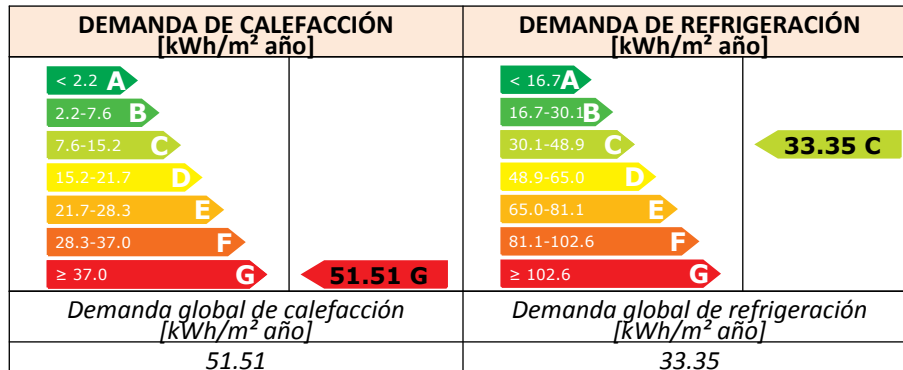
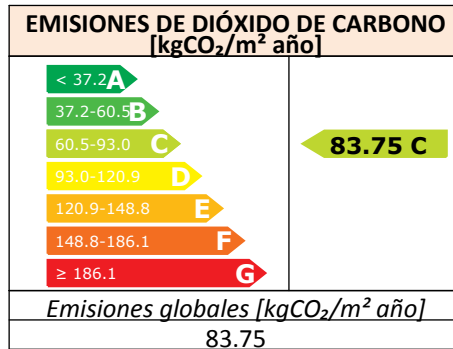
Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	<b>278.61 D</b>	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		G	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
		134.18		4.75	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		C		B	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
278.61		72.44		67.24	

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA. MEDIDAS DE MEJORA

---

## ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



### ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]	51.51	G	33.35	C						
Diferencia con situación inicial	-6.9 (-15.5%)		0.5 (1.5%)							
Energía primaria [kWh/m <sup>2</sup> año]	107.60	G	67.52	C	10.83	G	149.57	B	335.52	C
Diferencia con situación inicial	26.6 (19.8%)		4.9 (6.8%)		-6.1 (-128.1%)		-82.3 (-122.4%)		-56.9 (-20.4%)	
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	27.07	G	16.79	C	2.69	G	37.19	B	83.75	C
Diferencia con situación inicial	6.7 (19.8%)		1.2 (6.8%)		-1.5 (-127.9%)		-20.5 (-122.7%)		-14.1 (-20.2%)	

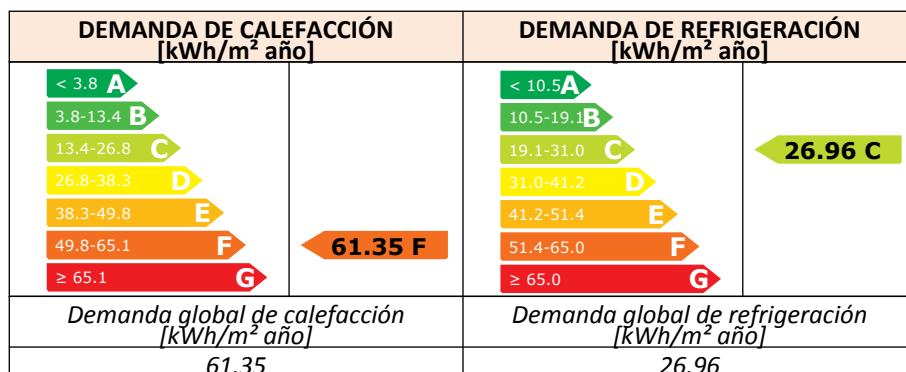
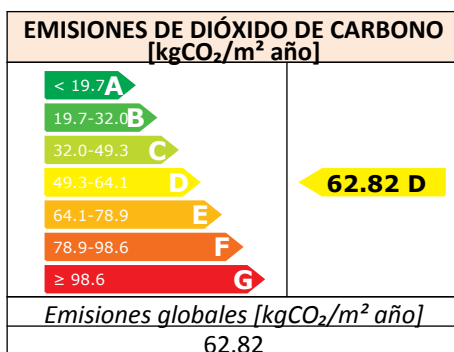
Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador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

### DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

#### Conjunto de medidas de mejora: MM1\_Ilum.

Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:

- Mejora de las instalaciones

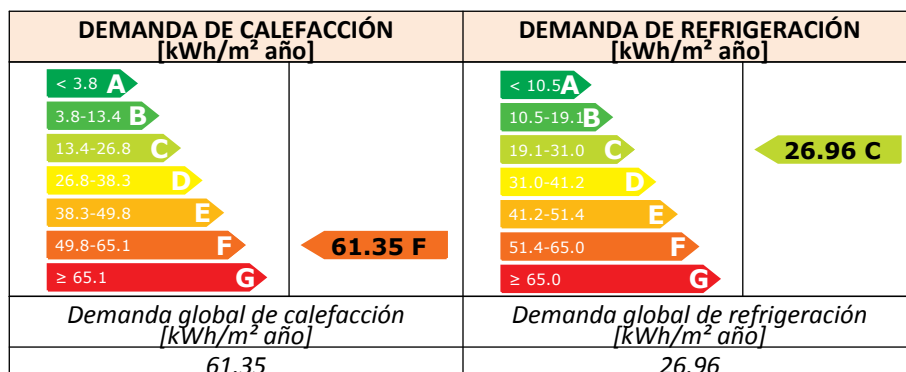
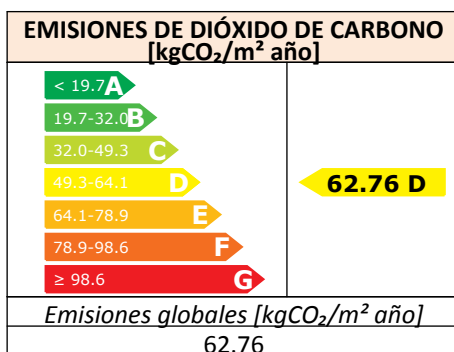


## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]	61.35	F	26.96	C						
Diferencia con situación inicial	-16.7 (-37.5%)		6.9 (20.4%)							
Energía primaria [kWh/m <sup>2</sup> año]	124.48	G	53.28	D	5.85	G	67.50	C	251.10	D
Diferencia con situación inicial	9.7 (7.2%)		19.2 (26.5%)		-1.1 (-23.2%)		-0.3 (-0.4%)		27.5 (9.9%)	
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	31.33	G	13.25	D	1.45	G	16.78	C	62.82	D
Diferencia con situación inicial	2.4 (7.2%)		4.8 (26.4%)		-0.3 (-22.8%)		-0.1 (-0.5%)		6.9 (9.8%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p><b>Conjunto de medidas de mejora: MM2_Clima</b></p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de las instalaciones</li> </ul>



## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]	61.35	F	26.96	C						
Diferencia con situación inicial	-16.7 (-37.5%)		6.9 (20.4%)							
Energía primaria [kWh/m <sup>2</sup> año]	124.48	G	53.28	D	5.62	G	67.50	C	250.88	D
Diferencia con situación inicial	9.7 (7.2%)		19.2 (26.5%)		-0.9 (-18.5%)		-0.3 (-0.4%)		27.7 (10.0%)	
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	31.33	G	13.25	D	1.40	G	16.78	C	62.76	D
Diferencia con situación inicial	2.4 (7.2%)		4.8 (26.4%)		-0.2 (-18.6%)		-0.1 (-0.5%)		6.9 (9.9%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p><b>Conjunto de medidas de mejora: MM3_ACS</b></p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de las instalaciones</li> </ul>