

ANEXO XI



---

Agencia de  
Desarrollo Local  
Santa Pola

---





## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
1.1. Contexto.....	5
1.2. Alcance.....	6
1.3. Datos de partida disponibles.....	6
<b>2. METODOLOGÍA DE REALIZACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA. ....</b>	<b>7</b>
2.1. Recopilación y análisis de la información inicial .....	7
2.2. Toma de datos y realización de mediciones .....	7
2.3. Contabilidad energética .....	7
2.4. Balance de energía .....	7
2.5. Modelo energético .....	7
2.6. Índices energéticos .....	8
2.7. Diagnóstico energético y propuestas de mejoras .....	8
<b>3. DATOS GENERALES .....</b>	<b>9</b>
3.1. Identificación del centro.....	9
3.2. Actividad del Centro .....	10
3.3. Envolvente .....	10
3.3.1. Orientación .....	11
3.4. Instalaciones.....	12
3.4.1. Iluminación .....	12
3.4.1. Climatización .....	16
3.4.1. Equipos ofimáticos y fuerza .....	18
<b>4. CAMPAÑA DE MEDICIONES .....</b>	<b>19</b>
4.1. Mediciones eléctricas.....	19
4.1.1. Demanda eléctrica general del centro.....	20
4.2. Mediciones de niveles de iluminación. ....	23
4.2.1. El nivel de iluminación de los lugares de trabajo.....	23

4.2.2. Valor de Eficiencia Energética de la Instalación de Iluminación ....	24
4.2.3. Potencia máxima instalada .....	25
4.3. Condiciones termo-higrométricas.....	25
4.4. Termografías .....	26
<b>5. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL CENTRO .....</b>	<b>29</b>
5.1. Contratación de suministro eléctrico.....	29
5.2. Distribución de consumos energéticos.....	37
5.3. Modelo energético consumo eléctrico .....	38
<b>6. INDICADORES ENERGÉTICOS. ....</b>	<b>39</b>
<b>7. MEDIDAS AHORRO Y EFICIENCIA .....</b>	<b>40</b>
7.1. Consideraciones .....	40
7.1.1. Coste económico .....	40
7.1.2. Coste ambiental.....	40
7.2. Puntos ya existentes que favorecen el ahorro energético.....	40
7.3. Medidas de ahorro y eficiencia energética .....	41
7.3.1. Sustitución a tecnología LED y mejora del control de iluminación .	41
7.3.2. Renovación del aislamiento de térmico de líneas de refrigerante.	46
7.3.3. Ajuste de la temperatura de consigna.....	48
7.3.4. Reducción pérdidas stand-by y configuraciones ahorro energía. .	49
7.3.5. Reducción del consumo remanente.....	50
7.4. Propuestas adicionales de medidas de ahorro y eficiencia energética.	52
7.4.1. Sistema de Gestión de la Energía - Medida de mejora transversal...	53
7.4.2. Sustitución de equipos con R-22 .....	54
7.4.3. Rehabilitación energética de la envolvente.....	55
7.5. Resumen de MAEs .....	57
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Contexto

En octubre del 2012 el Parlamento Europeo aprobó la Directiva Europea 27/2012/UE, creando un marco común para fomentar la eficiencia energética dentro de la Unión y estableciendo acciones concretas que lleven a la práctica algunas de las propuestas incluidas en el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética de 2011-2020.

Esta Directiva y su trasposición a los estados miembros, obliga el desarrollo de auditorías energéticas en las organizaciones. Según el artículo 4 del Real Decreto 56/2016 por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE a la legislación española, las auditorías energéticas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Deberán basarse en datos operativos actualizados, medidos y verificables, de consumo de energía y, en el caso de la electricidad, de perfiles de carga siempre que se disponga de ellos.
- Abarcarán un examen pormenorizado del perfil de consumo de energía de los edificios o grupos de edificios, o de las operaciones o instalaciones industriales, con inclusión del transporte dentro de las instalaciones o, en su caso, flotas de vehículos.
- Se fundamentarán, siempre que sea posible, en el análisis del coste del ciclo de vida antes que, en periodos simples de amortización, a fin de tener en cuenta el ahorro a largo plazo, los valores residuales de las inversiones a largo plazo y las tasas de descuento.
- Deberán ser proporcionadas y suficientemente representativas para que se pueda trazar una imagen fiable del rendimiento energético global, y se puedan determinar de manera fiable las oportunidades de mejora más significativa.

Los trabajos realizados en el presente informe recogen estas exigencias, así como los requisitos de calidad y la metodología descrita en la norma UNE-EN 16247-1:2012, desarrollando la auditoría energética de la Agencia de Desarrollo Local de Santa Pola (Alicante).

## **1.2. Alcance**

En el presente informe se realiza el análisis energético de la Agencia de Desarrollo Local de Santa Pola (Alicante). Este análisis energético se basa en el estudio de los datos de consumos, características de los equipos consumidores de energía facilitados por el cliente, así como por los datos obtenidos por Eurocontrol con las mediciones en campo.

Por lo tanto, en el alcance del proyecto se incluye la toma de datos y mediciones en campo, llevadas a cabo del jueves 23/11/2017 al lunes 27/11/2017. Durante dicha visita se realizaron las siguientes mediciones:

- Medición eléctrica de la demanda de potencia.
- Mediciones lumínicas.
- Confort ambiental.
- Termografías.
- Verificación del inventario de equipamiento e instalaciones consumidoras de energía.

## **1.3. Datos de partida disponibles**

Para el desarrollo del presente informe se han facilitado por parte del cliente los siguientes datos:

- Facturas mensuales de consumo eléctrico.
- Datos de potencia instalada en el edificio.

## **2. METODOLOGÍA DE REALIZACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA.**

A continuación, se detallan los trabajos realizados por Eurocontrol en el proceso de auditoría energética y que cumple con los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 16247-1:2012

### **2.1. Recopilación y análisis de la información inicial**

En primer lugar, se ha recopilado y analizado los datos e información proporcionada por el cliente.

### **2.2. Toma de datos y realización de mediciones**

Sobre la base de los datos obtenidos en la fase anterior se ha definido la necesidad de toma de datos y mediciones a realizar en las instalaciones.

Se han estudiado datos disponibles como la demanda térmica mensual del edificio, de acuerdo con la variable de Grados Día. (HDD para demanda térmica de calor y CDD para demanda térmica de frío), tanto de demanda de calor como de frío como ocupación, a efectos de poder cruzar consumos con la demanda térmica del edificio en cada mes. Además de los datos de consumos de energía, se han analizado los equipos o sistemas que explican los principales usos de energía, así como los horarios de operación y modos de uso.

### **2.3. Contabilidad energética**

Se ha estudiado la contabilidad energética a partir de los históricos facilitados por el Ayuntamiento de Santa Pola, para ello se ha tomado como referencia doce meses de agosto 2016 a julio 2017 inclusive.

### **2.4. Balance de energía**

En esta fase, a partir de la información recabada, se ha desarrollado el balance de energía del emplazamiento tanto por fuente de energía, como por uso de energía.

### **2.5. Modelo energético**

En esta fase se obtiene la fórmula matemática que describe el comportamiento energético del centro objeto del estudio (línea base).

## **2.6. Índices energéticos**

En esta fase se obtienen los principales índices energéticos específicos de las instalaciones, con el objetivo de poder comparar el comportamiento energético del centro con otros centros similares y consigo misma en diferentes momentos del tiempo.

## **2.7. Diagnóstico energético y propuestas de mejoras**

Basados en toda la información anterior, se han analizado las oportunidades de ahorro de energía para todos los servicios y operaciones que se realicen en las instalaciones. Para cada MAE (Medida de Ahorro y Eficiencia) se incluye:

- Descripción de la medida.
- Consumo inicial y esperado.
- Cálculo del ahorro energético y ahorro económico.
- Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Inversión necesaria.
- Análisis Económico.



### 3.2. Actividad del Centro

El centro consta de dos plantas con diversos despachos y una sala principal destinada a la recepción de personal y zona de administración. El régimen de funcionamiento del edificio es de lunes a viernes de 08:00 a 15:30.

A continuación se muestra una tabla resumen con los diferentes horarios de funcionamiento del centro:

Horario	
Horario Atención al público	Lunes-Viernes 09:00-15:00
Horario del centro	Lunes-Viernes 08:00-15:30

**Tabla 1. Regímenes de funcionamiento**

### 3.3. Envolverte

Fachada de doble hoja con ladrillo caravista y enlucido de yeso interior acabado mediante la técnica de gotelé. La cubierta es plana, no transitable y acabada mediante pintura impermeabilizante. No es posible verificar la existencia o características térmicas del aislamiento colocado en estos elementos constructivos.



**Imagen 2. Fachada de doble hoja con ladrillo caravista - Cubierta plana no transitable**

Los huecos en fachada están resueltos mediante carpintería de aluminio sin RPT con vidrio monolítico. Los vidrios sencillos ya no son empleados en la actualidad ya que presentan un elevado coeficiente U de transmisión térmica ( $U=5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). El coeficiente (U) representa la transferencia térmica a través del vidrio, por conducción, convección y radiación. Cuanto menor sea el valor de coeficiente U, mayores propiedades aislantes tendrá el vidrio.

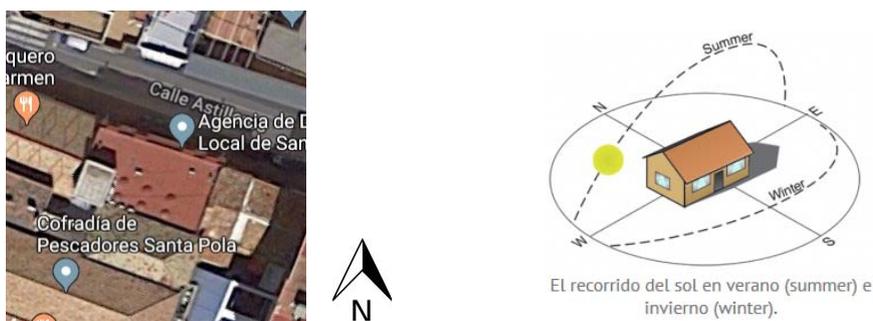
Para la protección solar de estos huecos se disponen de persianas venecianas, siendo estos los menos eficaces. Al estar colocados por el interior, a pesar de ofrecer un gran control y limitar la incidencia directa del sol, no evitan la entrada de la radiación solar. Este hecho produce que el vidrio alcance altas temperaturas, influyendo en el confort térmico de las estancias.



**Imagen 3. Carpintería aluminio sin RPT+ vidrio monolítico - Dispositivo interior de control solar**

### 3.3.1. Orientación

Por último, es importante conocer la orientación del edificio, ya que, de esto dependerá el que ciertas zonas puedan aprovechar al máximo la iluminación natural, y lograr una mayor “ganancia” solar. Como se puede observar en la siguiente imagen, la fachada principal se encuentra orientada hacia el noreste.



**Imagen 4. Orientación edificio**

En los espacios ubicados hacia la fachada principal (noreste) el sol únicamente incide durante la época estival hasta mediodía. Este hecho hace que esas zonas sean muy frías (mayor demanda de calefacción), y con poca posibilidad de aprovechar la luz natural en invierno (mayor número de horas de encendido de las luminarias).

### 3.4. Instalaciones

En este punto se describen las principales instalaciones consumidoras de energía.

#### 3.4.1. Iluminación

El edificio dispone de una instalación de alumbrado interior para el desarrollo normal de la actividad.

Existen numerosos ventanales que permiten el aprovechamiento de la iluminación natural en varias zonas del interior del centro. Además, se dispone de 6 claraboyas ubicadas en cubierta, aunque actualmente pintadas, que impiden la entrada de luz natural.

Por ello, en el presente informe, se propone el saneamiento de las claraboyas y un mayor control sobre la regulación y utilización de la iluminación durante las horas de sol, para un mayor aprovechamiento de la iluminación natural en el edificio.



Imagen 5. Iluminación natural



Imagen 6. Claraboya vista desde el exterior



Imagen 7. Claraboya vista desde el interior

Respecto a la iluminación interior, la mayor parte de las luminarias empleadas son pantallas empotradas con fluorescentes T8.

A modo de resumen, a continuación se presenta la tipología de las luminarias existentes en el centro:

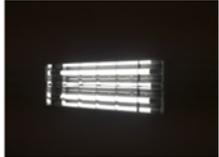
Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Número de luminarias	Imagen
Aplique	Fluorescente Compacto	3	
Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	22	
Pantalla empotrada reflectante	LED	1	
Pantalla estanca	Fluorescente T8	7	-
Regleta lineal	Fluorescente T8	3	
Emergencia	LED	16	
<b>Total</b>		<b>52</b>	

Tabla 2. Tipología de luminarias del centro

En la siguiente tabla se resume las características de las luminarias instaladas en cada zona:

Planta	Zona	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Numero luminarias	Número lámparas por luminaria	Potencia lámpara W	Potencia Instalada kW
Planta baja	Oficina servef	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	4	18	0,086
Planta baja	Oficina servef	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	4	3	36	0,518
Planta baja	Despacho	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	3	36	0,130
Planta baja	Aseo mujeres	Regleta lineal	Fluorescente T8	1	1	36	0,043
Escaleras	Escaleras	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	1	36	0,043
Escaleras	Escaleras	Aplicue	Fluorescente Compacto	3	1	13	0,042
Planta 1	Despacho	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	3	36	0,130
Planta 1	Despacho	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	3	3	36	0,389
Planta 1	Despacho	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	3	36	0,130
Planta 1	Despacho grande	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	3	36	0,259
Planta 1	Despacho grande	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	2	3	18	0,130
Planta 1	Despacho grande	Pantalla empotrada reflectante	LED	1	3	9	0,027
Planta 1	Despacho	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	3	36	0,130
Planta 1	Despacho	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	1	3	36	0,130
Planta 1	Aseo hombres	Regleta lineal	Fluorescente T8	1	1	36	0,043
Planta 1	Despacho	Pantalla empotrada reflectante	Fluorescente T8	4	3	36	0,518
Planta 1	Sala servidor	Regleta lineal	Fluorescente T8	1	1	36	0,043
Exterior	Exterior	Pantalla estanca	Fluorescente T8	7	1	36	0,302
Todas	Alumbrado emergencia	Emergencia	LED	16	1	3	0,048
<b>TOTAL</b>				<b>52</b>			<b>3,14</b>

**Tabla 3. Inventario de luminarias del centro**

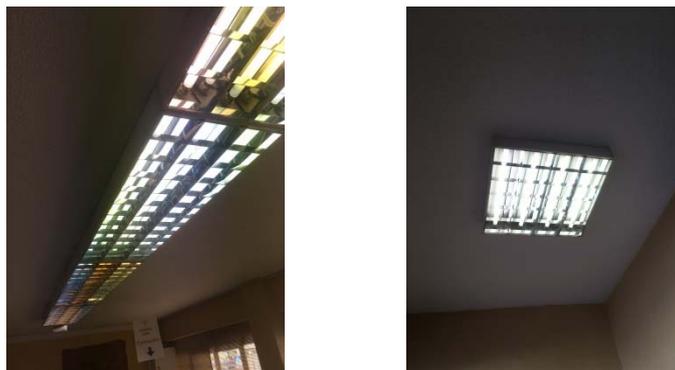
Hay que destacar que la potencia instalada (kW) indicada en la tabla anterior incluye la potencia del equipo auxiliar. Estas luminarias disponen de balastos electromagnéticos, por lo que, según las indicaciones del IDAE, la potencia de estos equipos auxiliares es de un 20%. Mientras que en las otras tecnologías existentes es de un 8% en el caso de los fluorescentes compactos y un 1% en el caso de la tecnología LED.

La distribución de la potencia eléctrica instalada en iluminación en el centro, según la tecnología de la lámpara, se muestra en la siguiente gráfica:



**Gráfica 1. Distribución de la potencia instalada en iluminación según tipo de lámpara**

Se puede observar que, tal como se ha comentado anteriormente, prácticamente el total de las lámparas existentes son de tecnología fluorescente T8 (96,2%) y el resto de lámparas se encuentran repartidas de forma minoritaria en tecnología LED (3%) y fluorescente compacto (1,3%).



**Imagen 8. Luminarias instaladas en el centro**



**Imagen 9. Iluminación exterior del centro**

Respecto al control del encendido de la iluminación del centro, éste se realiza de manera manual mediante interruptores instalados en cada sala o estancia, no existiendo ningún tipo de regulación automática. Por otra parte, las pantallas estancas ubicadas en el exterior se encienden de manera manual y actualmente carecen de uso.

### **3.4.1. Climatización**

La climatización del centro se lleva a cabo mediante unidades tipo Split de expansión directa. Estos equipos constan de una unidad interior, ubicada en las diferentes salas del centro, y una unidad exterior, ubicada en la cubierta. El control de encendido y apagado de estos equipos se realiza de manera manual, desde los mandos a distancia, poniéndolos en marcha en función de las necesidades climáticas en el edificio.



**Imagen 10. Mando a distancia del equipo de climatización**

A continuación se muestran las principales características de los equipos de climatización instalados en el centro:

Dependencia	Marca	Modelo	Nº equipos	Pot. térmica calefacción (kW)	Pot. térmica refrigeración (kW)	Pot. Eléctrica calefacción (kW)	Pot. Eléctrica refrigeración (kW)	COP	EER	Refrigerante
Oficina Servef	JHONSON	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Despacho	FUNAI	FH-020	5	2,15	2,00	-	-	-	-	R-22
Despacho	HAIER	AS12GB2HRA	1	3,70	3,50	0,97	1,48	3,80	5,20	R-410A
Despacho grande	DAITSU	DS-12UC	1	3,25	3,20	1,05	1,20	3,10	2,67	R-410A

**Tabla 4. Inventario de equipos de climatización del centro**

Actualmente, una parte de estos equipos, emplean refrigerante R22 (CFC's). Estas unidades se encuentran operativas pero dada su antigüedad, pérdida de prestaciones y refrigerante empleado, lo convierte en una instalación crítica que requiere de su renovación.

A continuación se muestran imágenes de los equipos de climatización presentes en el centro.



**Imagen 11. Unidades exteriores**



**Imagen 12. Unidad interior tipo Split**

Durante la visita, el personal del centro informa de que algunas de estas unidades no se encuentran operativas, siendo necesario el uso de radiadores eléctricos para cubrir las necesidades térmicas.

### 3.4.1. Equipos ofimáticos y fuerza

El centro dispone de diversos equipos ofimáticos agrupados en los diferentes puestos de trabajo, pequeños electrodomésticos de uso común y otros equipos necesarios en centros con labores administrativas. El registro de los principales equipos ofimáticos del centro sería el siguiente:

Zona	Equipo	Unidades
Oficina Servef	Montacargas	1
	Impresora	1
	Fotocopiadora	1
	Ordenadores	10
	Pantallas	10
Despachos	Ordenadores	17
	Pantallas	26
	Fotocopiadora	3
	Radiadores eléctricos	3
	Trituradora	2
	Microondas	1

**Tabla 5. Inventario de equipos de varios**



**Imagen 13. Ordenadores**



**Imagen 14. Fotocopiadora**

#### 4. CAMPAÑA DE MEDICIONES

A continuación, se indican los resultados obtenidos del análisis de la campaña de mediciones realizada por Eurocontrol.

##### 4.1. Mediciones eléctricas.

Las mediciones eléctricas se han realizado en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) del centro mediante el uso de analizadores de redes eléctricas.

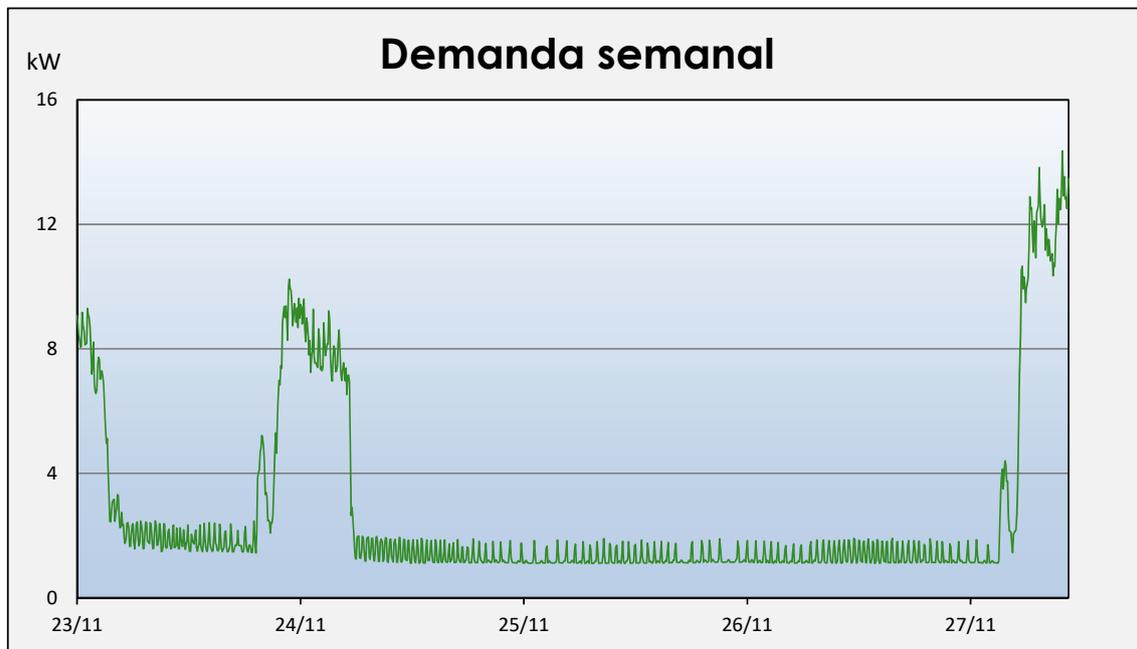


**Imagen 15. CGBT Agencia de Desarrollo Local**

En los siguientes puntos, se exponen las principales conclusiones extraídas del análisis de las mediciones de consumo de energía eléctrica.

#### 4.1.1. Demanda eléctrica general del centro.

A continuación se muestra la curva de potencia eléctrica del centro para el periodo de medición del jueves 23/11/2017 al lunes 27/11/2017.

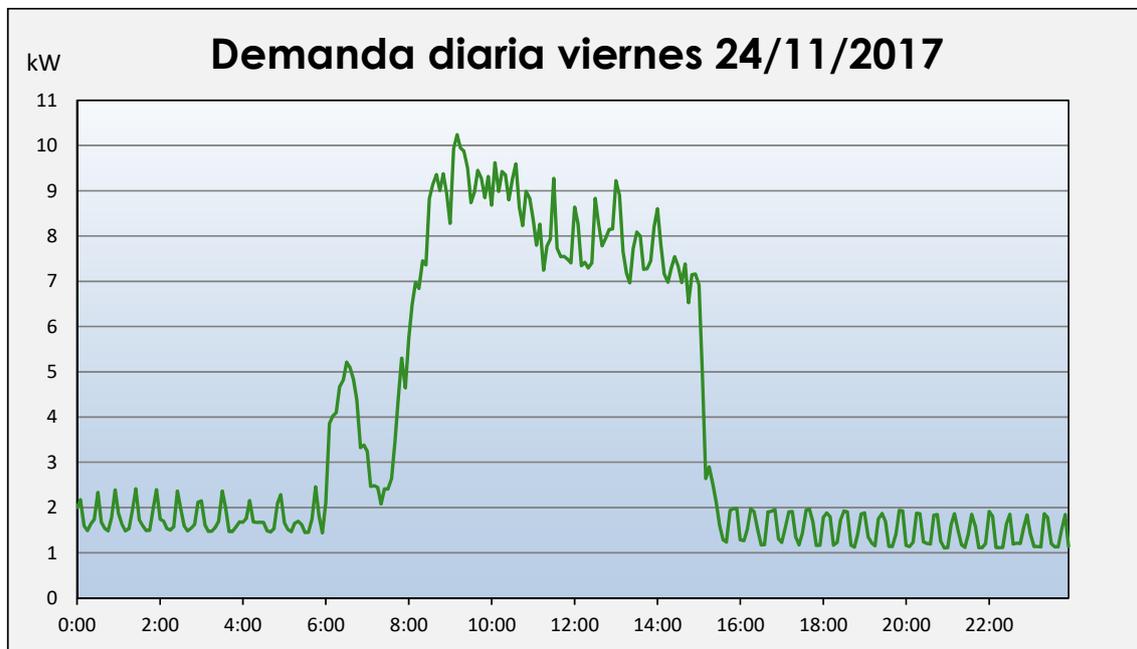


**Gráfica 2. Curva de demanda eléctrica registrada del centro**

Del estudio del registro de la demanda eléctrica del centro se pueden señalar las siguientes observaciones:

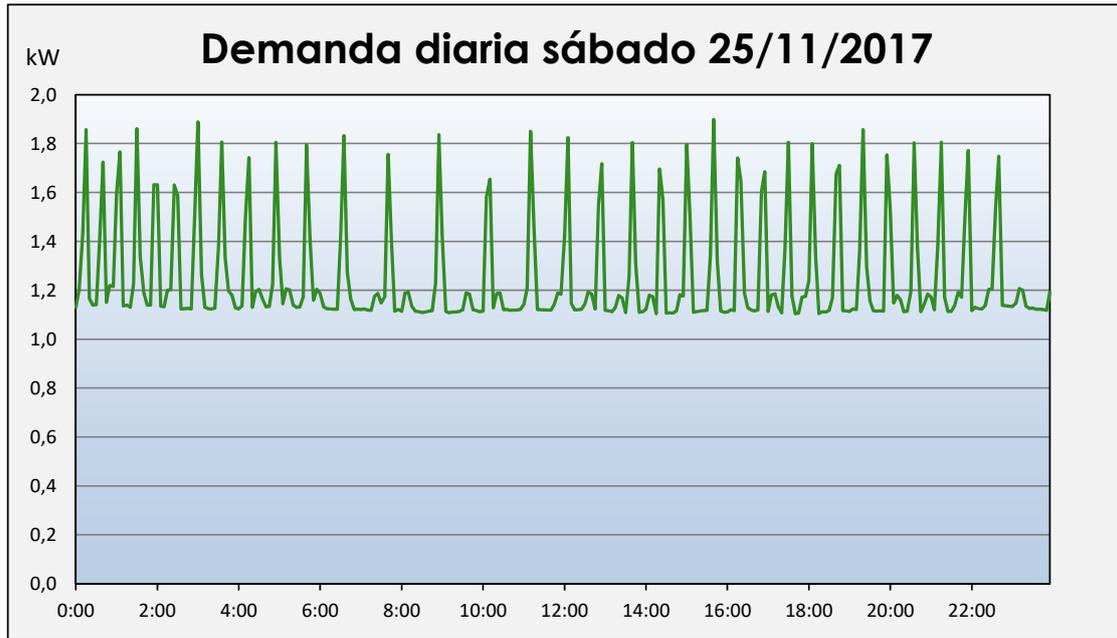
- Existen dos perfiles de demanda de potencia eléctrica diferentes durante los días de actividad del centro.
  - Por un lado, jueves (23/11/2017) y viernes (24/11/2017) presentan una demanda similar, con una potencia media de 8 kW y con máximas de hasta 10 kW.
  - En el caso del lunes (27/11/2017) existe una mayor demanda de potencia respecto al resto de días. Concretamente, una demanda media de 12 kW, con máximos de hasta 14 kW.
- Las mayores demandas de potencia coinciden con las horas de actividad del edificio, sin embargo durante las horas nocturnas y el fin de semana cuando el centro permanece cerrado, la demanda de potencia base es de 1,2 kW.

Para analizar mejor el perfil de demanda eléctrica del edificio, se muestran a continuación las curvas de demanda eléctrica diarias de un día laborable y uno festivo:



**Gráfica 3. Curva de demanda eléctrica día laborable**

- El día laborable viernes 24 de noviembre, durante las horas de funcionamiento del edificio la demanda de potencia varía entre 2 kW y 10 kW, siendo la demanda media de 8 kW.
- La demanda de potencia fuera del horario de funcionamiento del edificio presenta un remanente de 1,5 kW. Hay que destacar que, este remanente representa un 19% de la demanda media durante el horario de funcionamiento del edificio.
- Teniendo en cuenta que el régimen de funcionamiento del centro es de 08:00 a 15:30, se observa un encendido previo de las instalaciones a las 06:00, alcanzando un consumo pico de 5 kW y volviendo a descender hasta los 2 kW antes de la hora de apertura. Este consumo, se considera objeto de estudio en el apartado 8. *Medidas de Ahorro y eficiencia* de este informe.



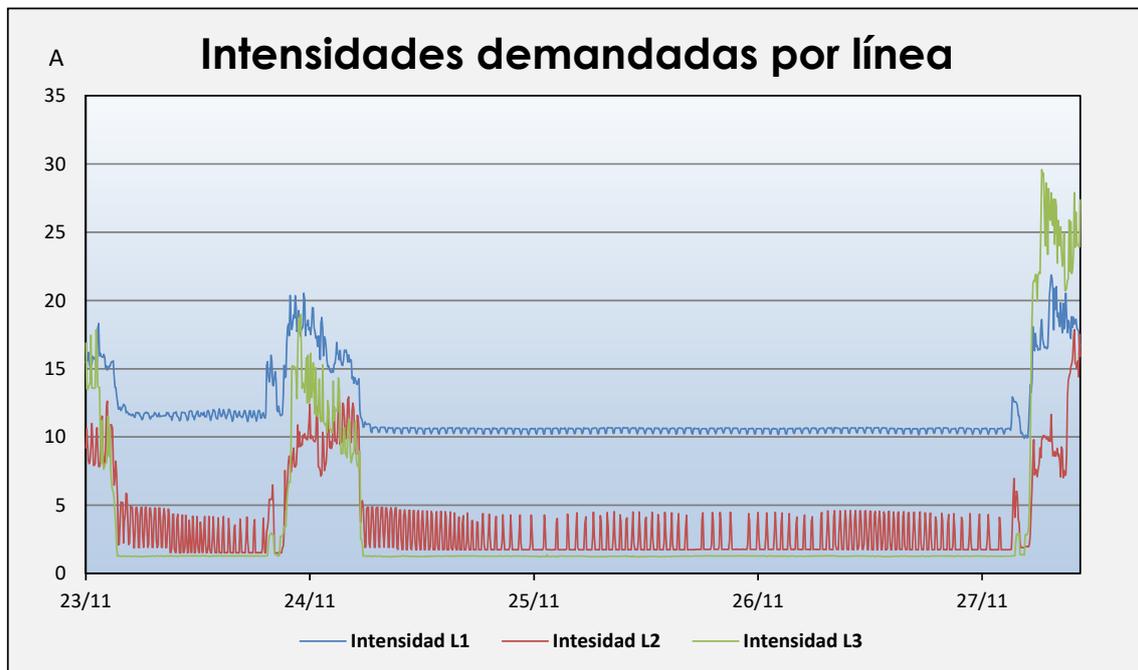
**Gráfica 4. Curva de demanda eléctrica día festivo**

- El día festivo del sábado 25 de noviembre muestra un perfil de demanda estable. Se observa un consumo remanente de en torno a 1,2 kW, con ligeras variaciones de 0,6 kW.

Por último, hay que destacar que, de acuerdo a los registros realizados, se observa un ligero desequilibrio entre las fases, siendo el circuito L1 el que más carga tiene. Esto se debe al mayor número de cargas monofásicas que dependen de L1 y no de L2 ni L3.

De esta forma, se recomienda que, en caso de realizar alguna ampliación en el centro o instalación de nuevas cargas monofásicas, realizar la conexión de las mismas sobre L2 y L3.

En la siguiente gráfica se observan las intensidades registradas en cada una de las fases en el general del centro.



**Gráfica 5. Curvas de intensidad demandada por fase**

Se observa como durante las horas de cierre del centro, el consumo remanente existente cuelga principalmente del circuito L1 (Fase 1), con una diferencia de 10 Amperios respecto a las otras dos fases.

## 4.2. Mediciones de niveles de iluminación.

Mediante el uso de un luxómetro se han medido niveles de iluminancia media sobre el plano de trabajo para determinar:

- El nivel de iluminación de los lugares de trabajo.
- El Valor de Eficiencia Energética de la Instalación de Iluminación (VEEI).
- La potencia máxima instalada.

### 4.2.1. El nivel de iluminación de los lugares de trabajo.

Se consideran los niveles de iluminación mínimos incluidos en la norma UNE EN 12464-1 *Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores* como referencia para evaluar si el nivel lumínico es adecuado.

A continuación se muestra la identificación de las diferentes zonas del centro analizadas según las referencias y los valores de iluminación marcados por la norma:

Zona UNE EN 12464 tabla 5.1 y 5.2.	Tipo de interior, tarea y actividad	Iluminación Recomendada (lux)
5.1.1	Áreas de circulación y pasillos	100
5.2.3	Vestuarios, cuartos de baño,...	300
5.26.2	Escritura, lectura, tratamiento de datos,...	500
5.1.2	Escaleras	100

**Tabla 6. Iluminancias recomendables según UNE-EN 12464-1.**

Los resultados de todas las mediciones realizadas son:

Zona	Categoría de Zona UNE EN 12464	Iluminancia media (lux)	Iluminancia recomendada (lux)
Oficina Servef	Zona de escritura	1.102	500
Despacho	Zona de escritura	812	500
Aseo mujeres	Cuarto de baño	183	300
Despacho	Zona de escritura	952	500
Despacho	Zona de escritura	898	500

**Tabla 7. Verificación nivel iluminación**

Se concluye que los niveles de iluminación del centro se encuentran acorde a la norma, a excepción de uno de los aseos que se encuentra ligeramente por debajo de la iluminancia recomendada. Se destaca el elevado nivel de iluminación existente en algunos despachos y en las oficinas del Servef donde existe la aportación de iluminación natural entrante por los ventanales.

#### 4.2.2. Valor de Eficiencia Energética de la Instalación de Iluminación

El valor de Eficiencia Energética de la instalación de Iluminación (VEEI) cuya medida es W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux, está diferenciado por el tipo de actividad en el local y se define como:

$$VEEI = \frac{\text{Potencia instalada (W)} * 100}{\text{Superficie (m}^2\text{)} * \text{Iluminancia media (lux)}}$$

A continuación, se muestran los valores registrados de iluminancia y el valor de VEEI obtenido y el que sería el recomendado para el espacio según lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación (CTE) el documento DB-HE-3: *Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación*.

Bloque	Pot. Instalada (kW)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Em (Lux)	Zona de actividad	VEEI recomendado	VEEI
Planta baja	0,78	144	699	Administrativo	3	0,8
Planta 1ª	1,93	155	925	Administrativo	3	1,3

**Tabla 8. Valor de eficiencia energética de iluminación del centro**

El VEEI en las dos plantas del edificio se encuentra por debajo del límite establecido por el CTE en este tipo de centros, por lo que se considera que la iluminación es óptima.

#### 4.2.3. Potencia máxima instalada

El otro indicador de eficiencia energética que establece el documento CTE-DB-HE-3, es la potencia máxima instalada (W/m<sup>2</sup>).

Pot. Instalada (kW)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Zona de actividad	Pot. Máx Recomendada W/m <sup>2</sup>	Pot. Máxima W/m <sup>2</sup>
3,14	298	Administrativo	12	11

**Tabla 9. Potencia en iluminación interior del centro**

Se observa que la potencia máxima instalada se encuentra por debajo de la indicada.

#### 4.3. Condiciones termo-higrométricas.

Según el RD 1826/2009, de 27 de noviembre, la "I.T. 3.8.2 Valores límite de las temperaturas del aire" perteneciente al RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios), se indica que la temperatura del aire en los recintos habitables acondicionados se limitará a los siguientes valores:

- La temperatura del aire en los recintos calefactados no será superior a 21°C.
- La temperatura del aire en los recintos refrigerados no será inferior a 26°C.

- Las condiciones de temperaturas anteriores estarán referidas al mantenimiento de una humedad relativa comprendida entre el 30% y el 70%.

Las mediciones de las condiciones termo-higrométricas realizadas en el centro fueron en los siguientes puntos:

Zona	Temperatura ambiente °C	Humedad HR%	Temperatura consigna °C
Oficina Servef	19,7	65,6	23,0
Despacho	21,1	60,9	-
Despacho	22,5	56,1	-
Sala servidor	21,0	58,1	-
Despacho	22,8	61,2	-

**Tabla 10. Medidas temperatura y humedad**

Las mediciones muestran que las temperaturas en algunos de los despachos son superiores a las indicadas en el RITE para cumplir con las directrices de eficiencia energética, ya que en locales calefactados la temperatura no será superior a 21°C. Se recomienda revisar las consignas del sistema de climatización y establecerlas según indica el RITE, ya que cada grado de más supone un incremento del consumo energético en climatización de un 8%.



**Imagen 16. Temperatura de consigna de 23°C**

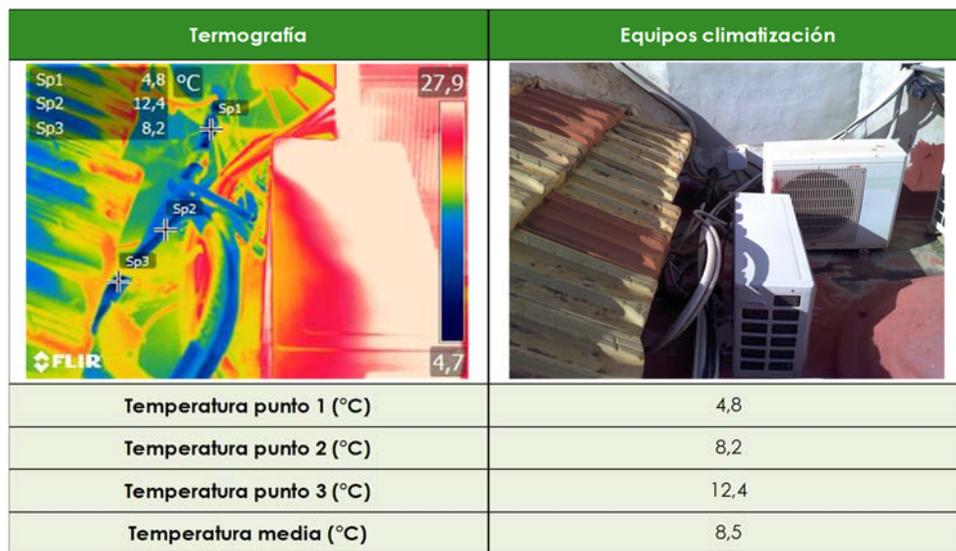
#### **4.4. Termografías**

A continuación se presentan las termografías más representativas tomadas durante la auditoría al centro y un breve análisis cualitativo de los diferentes puntos medidos. Junto a cada termografía se encuentra la fotografía real correspondiente del punto medido.

**Equipos de climatización**

Las termografías realizadas a las unidades exteriores del sistema de climatización de expansión directa, no muestran temperaturas anómalas que indiquen un funcionamiento incorrecto de los equipos.

Sin embargo, se han detectado varios defectos de aislamiento en las líneas de refrigerante que unen las unidades exteriores en la cubierta con las unidades interiores del edificio.

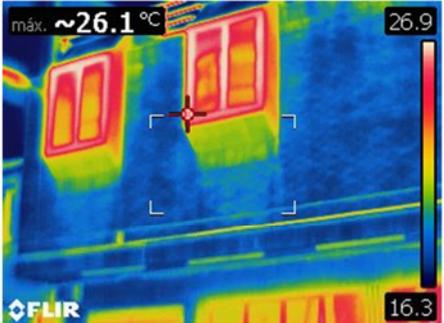


**Imagen 17. Tramo de línea de refrigerante con aislamiento deficiente. Tª superficial <10°C**

La exposición al sol y las condiciones climatológicas han degradado la mayor parte del aislamiento de las líneas de refrigerante de los equipos de climatización. Se recomienda la renovación del aislante, pues un aislamiento térmico deficiente representa unas pérdidas energéticas importantes en la instalación.

**Elementos de fachada**

En las termografías realizadas en los elementos constructivos de la fachada, se pueden apreciar puentes térmicos en los ventanales de la primera planta del centro, los cuales conllevan a las correspondientes pérdidas de calor.

Termografía	Fachada
	
Emisividad ( $\epsilon$ )	0,95
Temperatura máxima (°C)	26,9
Temperatura mínima (°C)	16,3
$\Delta$ temperatura (°C)	10,6

**Imagen 18. Detalle puentes térmicos en ventanas**

## 5. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL CENTRO

El edificio objeto de la auditoría utiliza como única fuente de energía para su funcionamiento energía eléctrica.

	Consumo kWh /año	Consumo tep /año	Coste €/año	Emisiones tCO <sub>2</sub> /año
<b>Electricidad</b>	35.080	3,0	5.483	11,6

**Tabla 11. Resumen consumo energético anual 2016/2017**

*\*impuestos eléctricos incluidos / iva no incluido*

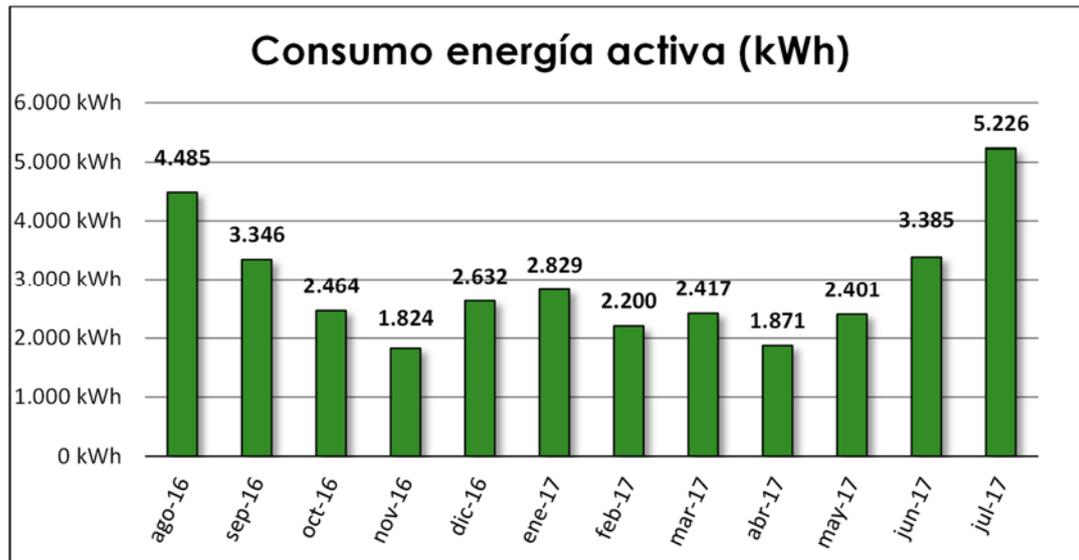
### 5.1. Contratación de suministro eléctrico

El centro cuenta con un suministro eléctrico conectado a la red de baja tensión con una tarifa 3.0A de acceso a la red eléctrica, con tres periodos tarifarios y las siguientes potencias contratadas:

<b>Titular</b>	AJUNTAMENT DE SANTA POLA	<b>Tarifa de acceso</b>	3.0A
<b>Dirección punto de suministro</b>	C/ ASTILLEROS, 4, Bajo	<b>Potencias Contratadas</b>	
<b>CUPS</b>	ES0021000010229160LE	<b>P1</b>	16,5
<b>Comercializadora</b>	IBERDROLA CLIENTES	<b>P2</b>	16,5
<b>Distribuidora</b>	IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELECTRICA S.A	<b>P3</b>	16,5

**Tabla 12. Resumen características contrato eléctrico**

En la siguiente gráfica se muestra la evolución del consumo de energía activa (kWh) a lo largo del periodo de referencia, siendo el consumo medio mensual de 2.923 kWh/mes.



**Gráfica 6. Consumo eléctrico mensual de los 12 meses auditados**

Se observa una gran estacionalidad en el consumo eléctrico, siendo los meses con una mayor severidad climática los de mayor consumo eléctrico en el centro, esto es, los meses de junio, julio, agosto y septiembre en verano, y el mes de diciembre y enero en invierno. Destacando principalmente el consumo de los meses de verano, debido al uso de la climatización en modo refrigeración.

Del mismo modo, en la siguiente tabla se muestran los consumos de energía activa (kWh) mensual representados en la gráfica anterior:

Mes	Consumo energía activa (kWh)			
	P1	P2	P3	Total
ago-16	1.434	2.264	787	<b>4.485</b>
sep-16	1.087	1.614	645	<b>3.346</b>
oct-16	753	1.154	557	<b>2.464</b>
nov-16	181	1.236	407	<b>1.824</b>
dic-16	178	1.941	513	<b>2.632</b>
ene-17	177	2.175	477	<b>2.829</b>
feb-17	153	1.631	416	<b>2.200</b>
mar-17	243	1.637	537	<b>2.417</b>
abr-17	550	860	461	<b>1.871</b>
may-17	801	1.082	518	<b>2.401</b>
jun-17	1.271	1.567	547	<b>3.385</b>
jul-17	1.605	2.643	978	<b>5.226</b>
<b>Total</b>	<b>8.433</b>	<b>19.804</b>	<b>6.843</b>	<b>35.080</b>

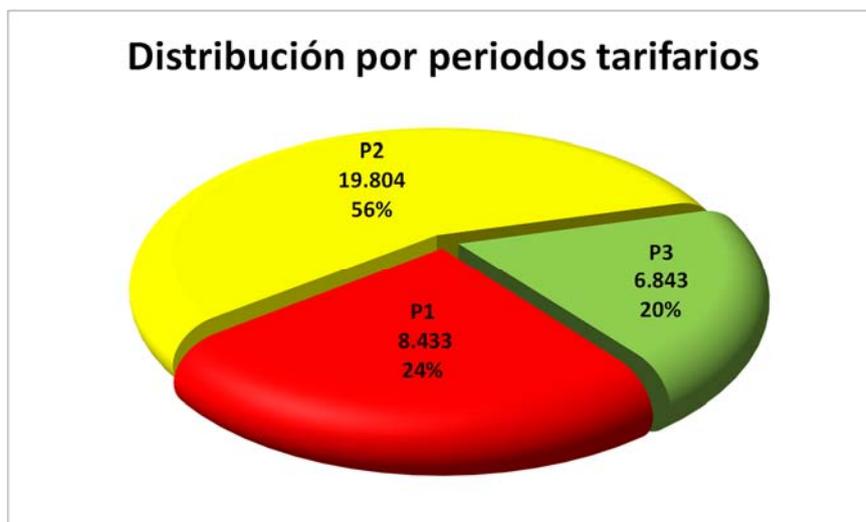
**Tabla 13. Consumos de energía activa (kWh) desglosados por mes y periodo de facturación.**

Los horarios de facturación de los periodos de la tarifa de acceso contratada 3.0A son:

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
0:00 a 1:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
1:00 a 2:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
2:00 a 3:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
3:00 a 4:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
4:00 a 5:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
5:00 a 6:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
6:00 a 7:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
7:00 a 8:00	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
8:00 a 9:00	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
9:00 a 10:00	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
10:00 a 11:00	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
11:00 a 12:00	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2
12:00 a 13:00	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2
13:00 a 14:00	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2
14:00 a 15:00	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2
15:00 a 16:00	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
16:00 a 17:00	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
17:00 a 18:00	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
18:00 a 19:00	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1
19:00 a 20:00	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1
20:00 a 21:00	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1
21:00 a 22:00	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1
22:00 a 23:00	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
23:00 a 24:00	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2

**Imagen 19. Tabla de la distribución horaria de los periodos tarifarios de la tarifa 3.0A**

La distribución del consumo de energía activa (kWh) anual por periodo tarifario quedaría de la siguiente forma:



**Gráfica 7. Distribución del consumo eléctrico anual por periodos tarifarios.**

Como se puede apreciar, el mayor consumo eléctrico se realiza en el periodo tarifario P2 debido a que este periodo es el que mayor número de horas tiene en el horario de apertura del centro.

Dado que el horario en P3 corresponde con el de cierre del centro, se puede afirmar que tiene un consumo fijo del 13% en P3, debido principalmente al consumo residual y al encendido previo de las instalaciones antes de las 8:00h comentado en el apartado 5.1.1.

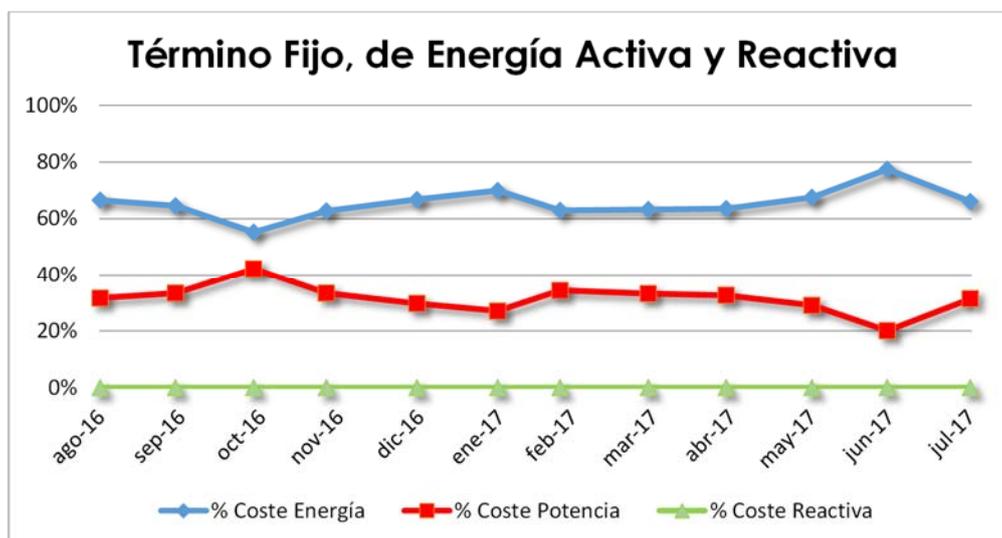
Conocer la distribución del consumo eléctrico anual es importante para negociar el precio con las comercializadoras de energía, pues permite identificar los mejores precios para cada periodo tarifario.

Los costes eléctricos (*con impuesto eléctrico y sin I.V.A*) asociados al periodo de referencia fueron:

Término de Facturación	Coste anual €/año	Coste anual %
Término de Energía Activa	3.606,05	66%
Término de Potencia	1.723,53	31%
Término de Reactiva	0,00	0%
Alquiler Equipo medida	144,98	3%
Otros conceptos	0,00	0%
<b>Total Anual</b>	<b>5.483,13</b>	<b>100%</b>

**Tabla 14. Coste de los diferentes términos de la facturación eléctrica 2016/2017**

En las siguientes gráficas se pueden observar estos costes desglosados por mes y su representación en la facturación eléctrica del centro.



**Gráfica 8. Porcentaje mensual del coste de energía y potencia de la facturación eléctrica.**

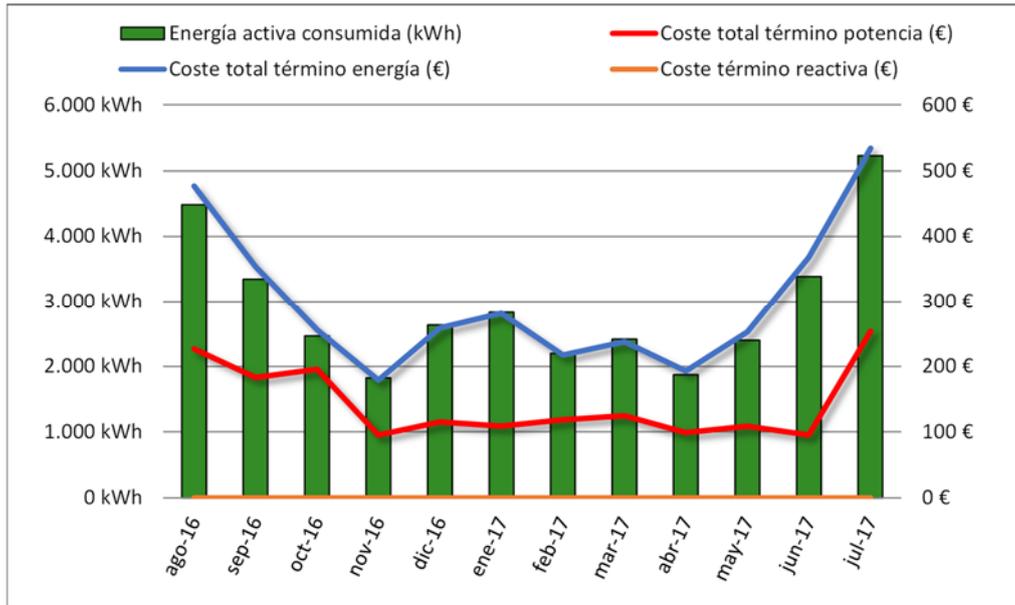
A modo de resumen del coste del término de energía mensual para el periodo de referencia se tiene:

Mes	Consumo energía activa kWh	Coste Energía €	Precio medio energía c€/kWh
ago-16	4.485	476,99	10,64
sep-16	3.346	353,97	10,58
oct-16	2.464	255,91	10,39
nov-16	1.824	178,75	9,80
dic-16	2.632	258,58	9,82
ene-17	2.829	280,88	9,93
feb-17	2.200	217,03	9,87
mar-17	2.417	237,32	9,82
abr-17	1.871	192,33	10,28
may-17	2.401	252,60	10,52
jun-17	3.385	367,77	10,86
jul-17	5.226	533,92	10,22
<b>Total</b>	<b>35.080</b>	<b>3.606</b>	<b>10,28</b>

**Tabla 15. Resumen mensual del consumo y coste eléctrico de 2016/2017**

El precio medio del término de energía en el periodo de referencia auditado ha sido de 0,1028 €/kWh.

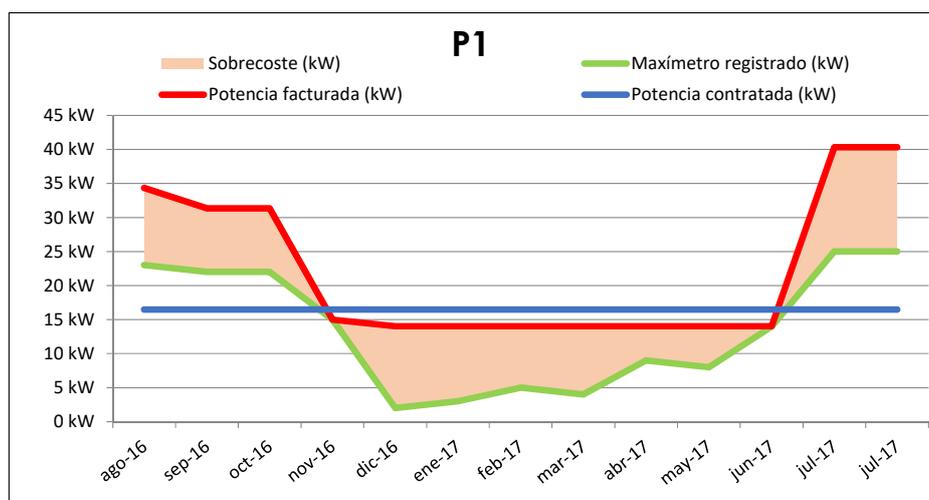
Respecto al término de potencia, se ha podido comprobar que, representa una media del 31% del coste anual, tal como se observa en la siguiente gráfica, durante los meses de verano (agosto, septiembre, octubre del año 2016 y el mes de julio en el año 2017) el coste es más elevado que el resto de los meses debido a los excesos de potencia registrados durante dichos meses.



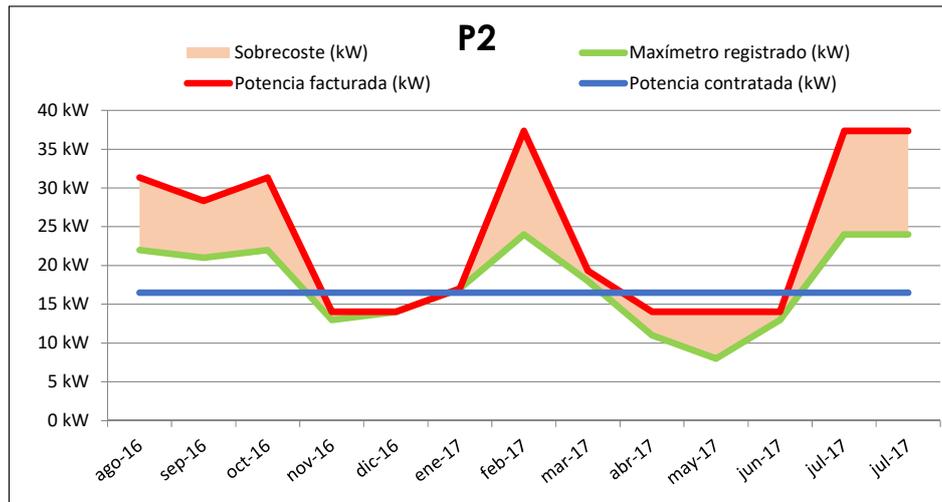
**Gráfica 9. Consumo energía vs costes en la facturación eléctrica.**

Es importante realizar el seguimiento continuo de los parámetros de contratación del suministro eléctrico, optimizando los parámetros como la potencia contratada, con el objetivo de minimizar los costes fijos de la contratación del suministro eléctrico.

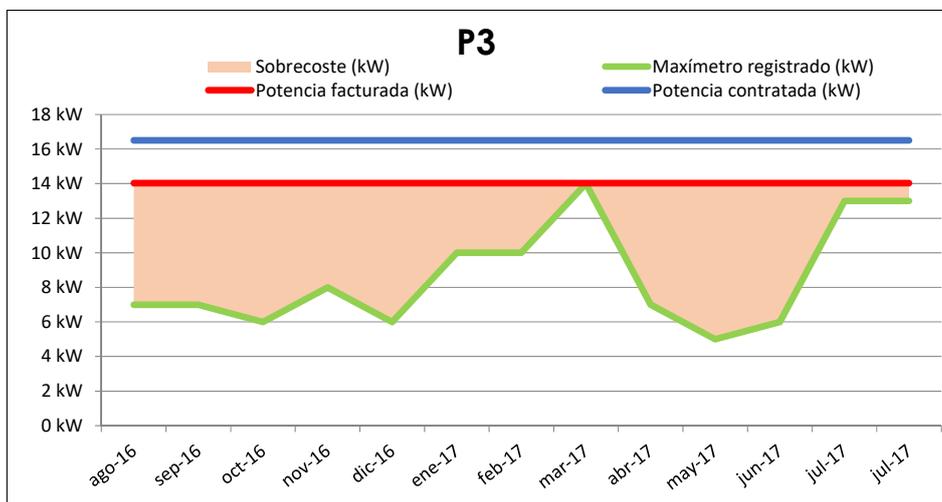
Las tarifas de acceso 3.0A facturan el término de potencia en función de las potencias máximas registradas. Así pues, en las siguientes gráficas se muestra la diferencia entre las potencias máximas registradas, y las potencias contratadas, durante el periodo de referencia.



**Gráfica 10. Máxímetros de potencia registrados en el periodo P1**



**Gráfica 11. Máximos de potencia registrados en el periodo P2**

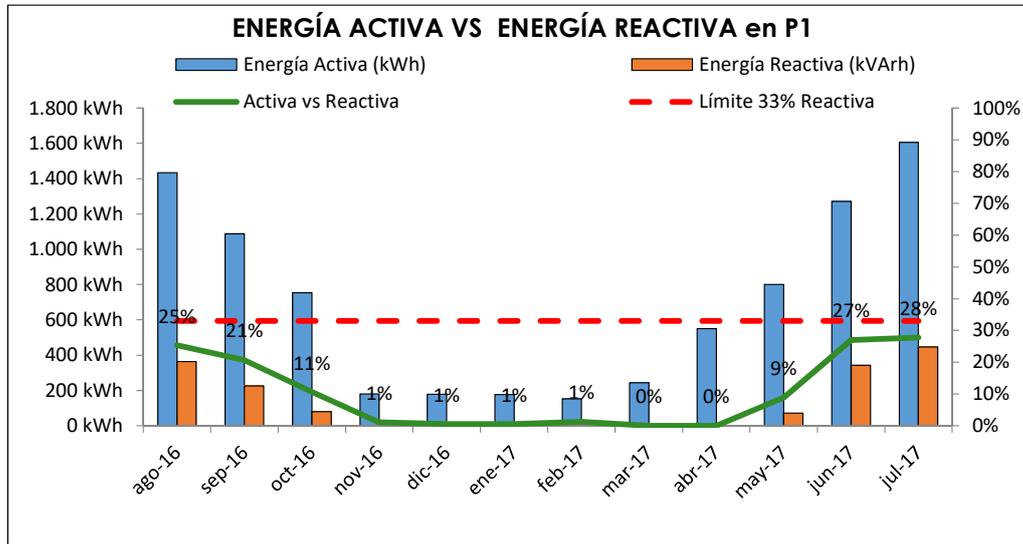


**Gráfica 12. Máximos de potencia registrados en el periodo P3**

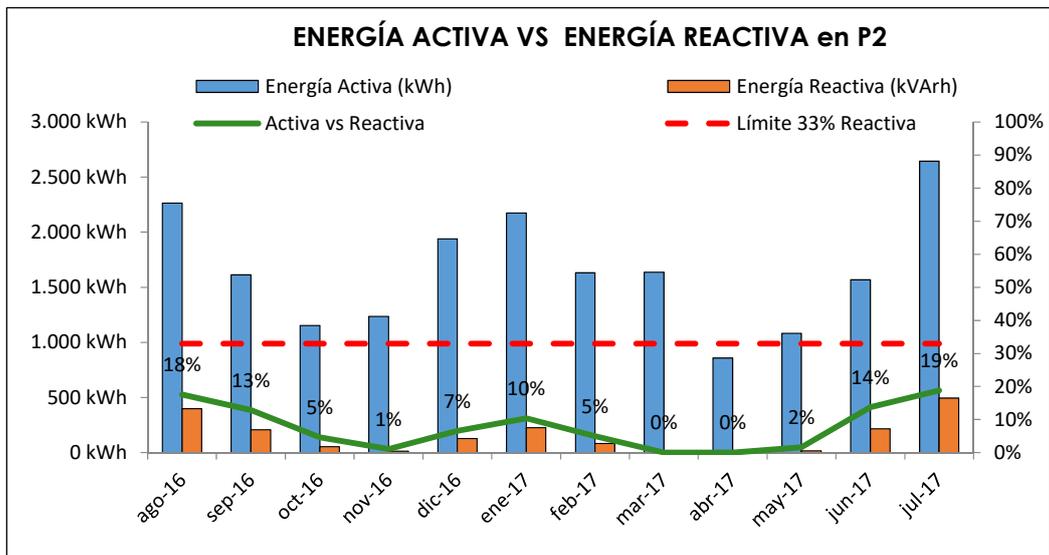
Del análisis anterior se observa cómo, en los periodos P1 y P2, la demanda de potencia eléctrica se encuentra por encima de la potencia contratada, razón por la cual se están registrando excesos de potencia durante gran parte del año. Es por esto que, dentro de las propuestas de mejora se incluye una optimización de las potencias contratadas, más concretamente, un aumento de potencia.

Por último, en el análisis del consumo de energía eléctrica, no se ha identificado ningún exceso de energía reactiva (kVArh) en ninguno de los meses del año. Hay que destacar que, el periodo P3 no penaliza por excesos de energía reactiva.

En las siguientes gráficas se puede observar como el consumo de reactiva (Línea verde) no supera el límite del 33% marcado en rojo.



**Gráfica 13. Consumo de energía reactiva (kVarh) vs energía activa (kWh)**



**Gráfica 14. Consumo de energía reactiva (kVarh) vs energía activa (kWh)**

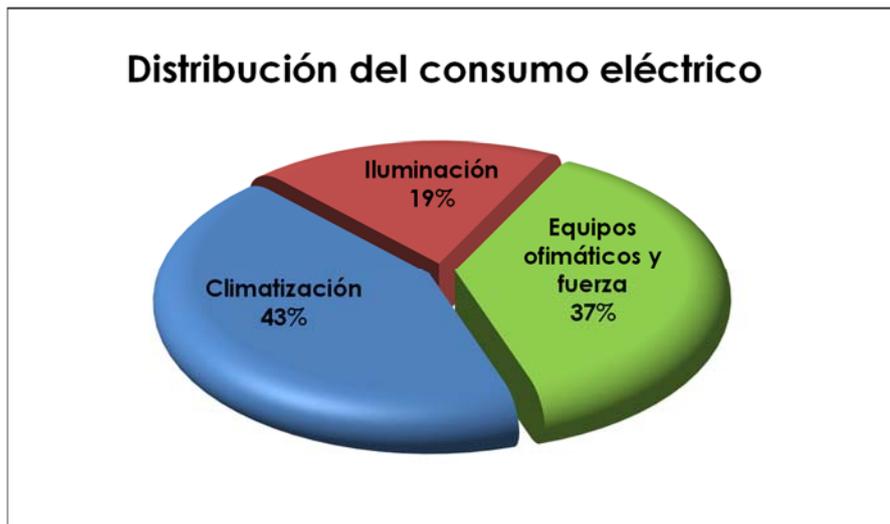
**5.2. Distribución de consumos energéticos.**

A partir de los datos recopilados en el desarrollo de la auditoría energética y del análisis de los consumos, se obtiene la siguiente distribución del consumo energético del centro:

Instalación	Consumo kWh/año	Consumo %
Climatización	15.171	43%
Iluminación	6.795	19%
Equipos ofimáticos y fuerza	13.114	37%
<b>TOTAL</b>	<b>35.080</b>	<b>100%</b>

**Tabla 16. Consumos energéticos totales del centro auditado por tipo instalación**

Como se puede apreciar, el consumo energético del centro se destina principalmente a la instalación de climatización que corresponde a equipos compactos de expansión directa, representando un 43% del consumo global. Los equipos ofimáticos y fuerza, debido principalmente al gran uso de ordenadores, monitores, impresoras y otros equipos propios de centros con actividades administrativas representan un 37%. Finalmente, la instalación de iluminación representa únicamente un 19% del consumo global.



**Gráfica 15. Distribución del consumo energético anual**

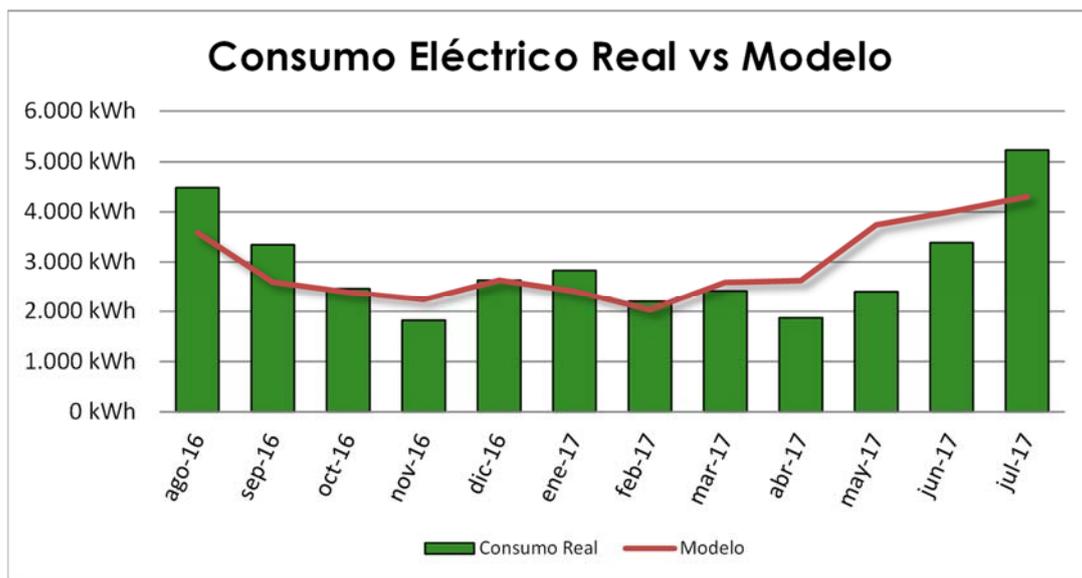
### 5.3. Modelo energético consumo eléctrico

Para la obtención del modelo energético del consumo de energía eléctrica del edificio, se tiene en cuenta la variación de las condiciones climáticas en la ubicación del centro. Para introducir la variable climática en el modelo, se usa el concepto de grados día de refrigeración "Cooling Degree Days" (CDD) y los grados día de calefacción "Heating Degree Days" (HDD).

Así pues, realizando el análisis del modelo energético, se obtiene la relación directa entre del consumo eléctrico mensual, los CDD, los HDD y los días facturados en cada uno de los meses:

$$\text{kWh eléctricos mes} = 56,47^* \text{ días} + 0,013^* \text{ HDD (mensuales)} + 13,22^* \text{ CDD (mensuales)} + 645$$

Como se puede apreciar en el siguiente gráfico, el consumo obtenido mediante el modelo y consumo eléctrico real para el periodo de referencia, tiene un error medio menor de 20% en todos de los meses analizados. Teniendo en cuenta que únicamente el mes de mayo de 2017 es el que mayor diferencia muestra, al presentar un consumo menor al estimado considerando las condiciones climáticas y los días facturados.



**Gráfica 16. Comparativa consumo eléctrico real – modelo**

Este modelo energético puede ser mejorado y ajustarse mejor al consumo real con la inclusión de otras variables como son la afluencia de personas al edificio o el número de horas mensuales en que se encuentra ocupadas las dependencias.

## 6. INDICADORES ENERGÉTICOS.

Los indicadores energéticos son una herramienta muy útil a la hora de analizar evoluciones de consumos energéticos, comparar centros de igual actividad o eficiencia energética de instalaciones. También son útiles para establecer objetivos energéticos y analizar la evolución energética del edificio.

El indicador energético más utilizado para comparar áreas, es el consumo específico por superficie.

	Consumo anual kWh/año	Superficie útil m <sup>2</sup>	Consumo por superficie útil kWh/m <sup>2</sup>
Electricidad	35.080	298	118

**Tabla 17. Consumo eléctrico específico por superficie**

Analizando en detalle según la distribución de consumos, se obtienen los siguientes indicadores para la iluminación y para la climatización del centro:

	Consumo anual kWh/año	Superficie útil m <sup>2</sup>	Consumo por superficie útil kWh/m <sup>2</sup>
Iluminación	6.795	298	23
Climatización	15.171		51

**Tabla 18. Consumo específico de las instalaciones**

## **7. MEDIDAS AHORRO Y EFICIENCIA**

En función de los datos y resultados obtenidos del análisis del estado y funcionamiento energético del centro, a continuación, se desarrollan las Medidas de Ahorro y Eficiencia (MAEs).

### **7.1. Consideraciones**

Para el análisis y evaluación del ahorro económico debido a las mejoras de eficiencia energética que se propondrán y el cálculo de la reducción del impacto ambiental, se realizan las siguientes hipótesis, que serán utilizadas a lo largo del resto del apartado.

#### **7.1.1. Coste económico**

A partir de las facturas del periodo de referencia y de los análisis del suministro eléctrico se obtiene el siguiente precio:

- Energía Eléctrica: Precio medio término Energía 0,1028 €/kWh (impuesto eléctrico incluido)

En el periodo de retorno de las inversiones se ha teniendo en cuenta el ciclo de vida de la instalación, a fin de tener en cuenta el ahorro a largo plazo, los costes de mantenimiento y las tasas de descuento. Se ha considerado una inflación media del 7%, un aumento del IPC del 1,5% y un tipo de interés del 4%.

#### **7.1.2. Coste ambiental**

Para el análisis de emisiones, se considerará como indicador, la cantidad de CO<sub>2</sub> equivalente emitida a la atmósfera debida a la producción de energía. Dicho valor se puede obtener de diversas fuentes, para este informe se consideran los datos facilitados por IDAE.

- Energía Eléctrica: 0,331 kgCO<sub>2</sub>/kWh.

### **7.2. Puntos ya existentes que favorecen el ahorro energético**

Antes de proponer las medidas de mejora detectadas, se debe destacar que durante la visita se pudo constatar que en el centro se emplean recursos para promover la eficiencia energética y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a su actividad.

Se detectaron las siguientes medidas que favorecen al ahorro energético:

- Instalación de alumbrado de emergencia con tecnología LED.
- Principio de sustitución de luminarias por tecnología LED.



**Imagen 17. Alumbrado de emergencia con tecnología LED**

### **7.3. Medidas de ahorro y eficiencia energética**

#### **7.3.1. Sustitución a tecnología LED y mejora del control de iluminación**

##### **7.3.1.1. Situación actual**

Actualmente, según la información analizada en el presente informe, se obtienen los siguientes puntos clave de la instalación de alumbrado:

- Las luminarias más empleadas son de tecnología fluorescente T8 con regulador electromagnético, con un 96% de la potencia instalada en iluminación.
- Respecto al análisis de mediciones lumínicas, los niveles de iluminación del centro se encuentran acorde a la norma, encontrándose por muy por encima en varios casos gracias al aporte de luz natural.
- El control del encendido de la iluminación del centro, se realiza de manera manual mediante interruptores instalados en cada sala o estancia.
- El centro cuenta con ventanales y claraboyas que permiten la entrada de iluminación natural, lo cual se puede aprovechar para reducir el consumo en la instalación de iluminación.

### 7.3.1.2. Mejora a implementar

Se propone realizar la sustitución por lámparas y luminarias por nuevas de tecnología LED que permiten un ahorro de hasta el 50% en el consumo y tienen una vida media de 50.000 h.

Las lámparas y luminarias de la siguiente imagen podrían sustituir las actualmente instaladas:

SUSTITUCIÓN	
TUBO LED	
BOMBILLA LED	

**Imagen 20. Ejemplos de luminarias y lámparas de sustitución**

Este cambio permitirá reducir el consumo eléctrico de la instalación de iluminación, manteniendo o mejorando las condiciones lumínicas. Además, se produciría una reducción de la potencia eléctrica instalada, y por tanto una reducción de las potencias máximas demandadas en la facturación eléctrica.

Comparados con las fuentes de luz convencionales la tecnología LED presenta numerosas ventajas entre las que se pueden destacar:

- Alta resistencia a vibraciones e impactos, ofreciendo mayor fiabilidad que las lámparas convencionales por no haber fallos en los filamentos.
- Larga vida útil, entre 50.000 y 80.000 horas respetando las condiciones recomendadas de funcionamiento.
- Gran capacidad de producción lumínica por cada watio consumido 90-113 lm/W
- Bajo consumo energético por la poca potencia instalada.
- Alta eficiencia en colores, los LED son fuentes de luz prácticamente monocromáticas que permiten obtener una amplia gama de colores.
- No generan radiación ultravioleta ni infrarroja por lo que no se deterioran los materiales expuestos a la luz LED.

Para mejorar el control de la iluminación del centro, pasando de un control manual de la instalación a una regulación automática, se propone la siguiente estrategia:

- Optimizar la iluminación de las escaleras y zonas de ocupación temporal, como los aseos, mediante detección de movimiento.

- Mantener un nivel de iluminación óptimo en función de la luz natural mediante sensores de luminosidad.

Los detectores de presencia, también llamados detectores de movimiento o interruptores de proximidad, sirven para conectar o desconectar la iluminación de cualquier espacio en función de la existencia o no de personas en el mismo. Con esto se logra que el control de encendido y apagado se realice automáticamente, sin que ninguna persona tenga que accionarlo, de manera que solamente permanecerá encendido un interruptor cuando realmente se requiere que la estancia esté iluminada, logrando a su vez un ahorro energético que puede llegar a ser importante.

El Código Técnico de Edificación obliga a disponer de sistemas de control de la iluminación por detección de movimiento en las zonas de uso esporádico.



**Imagen 21. Detector de presencia empotrable en techo**

En los sistemas con regulación de la iluminación en función de la luz natural, los sensores miden constantemente la cantidad de luz que hay en la sala y reducen la cantidad de luz artificial producida por las lámparas que están funcionando con Equipos de Conexión Electrónicos regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido en la sala.

El Código Técnico de Edificación obliga a instalar sistemas de aprovechamiento de la luz exterior en la primera línea paralela de luminarias situada a una distancia inferior a 3 metros de la ventana.



**Imagen 22. Célula fotosensible empotrable en techo y controlador**

Además de la instalación de estos equipos de regulación, se recomienda el saneamiento de las claraboyas en cubierta, eliminando la capa de pintura que las cubre para conseguir un mayor aprovechamiento de la iluminación natural.



**Imagen 23. Claraboya vista desde el exterior**



**Imagen 24. Claraboya vista desde el interior**

### 7.3.1.3. Ahorro energético y económico

Mediante la sustitución de los tubos fluorescentes T8 y apliques con fluorescentes compactos, la potencia instalada disminuiría en más de un 50%, disminuyendo en consecuencia el consumo energético de la instalación de iluminación.

Las luminarias y lámparas que se han considerado para la mejora de sustitución son aquellas donde el número de horas diaria que permanecen encendidas es superior a una hora. Las estancias como la sala del servidor donde apenas existe ocupación se han excluido.

Los precios de los equipos se ha considera el de catálogo de fabricantes de primeras marcas, así como un coste de instalación de un 20% del coste de materiales.

En el periodo de retorno de la inversión se tiene en cuenta el ciclo de vida de la instalación, a fin de tener en cuenta el ahorro a largo plazo, las reposiciones de luminarias según la vida útil y las tasas de descuento. Con el uso que tienen actualmente las luminarias y su duración de vida media de 12.000 horas, a continuación se detallan los ahorros que se obtendrían:

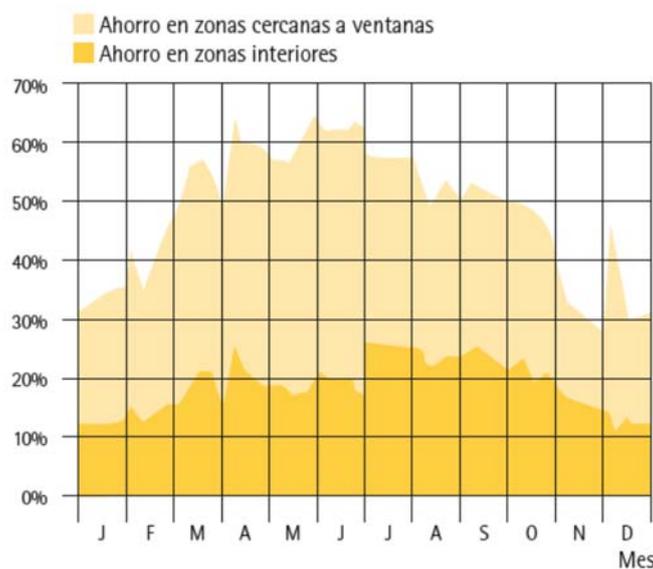
Mejora	Ahorro Eléctrico kWh/año	Reducción Emisión tCO <sub>2</sub> /año	Ahorro €/año	Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
Sustitución Luminarias a LED	3.509	1,2	361	1.242	3,4	2,2

**Tabla 19. Resumen MAE sustitución luminarias a LED**

El ahorro energético alcanzable mediante la mejora de la regulación de la instalación de iluminación es variable.

La implantación de sistemas de detección de presencia en pasillos, escaleras y estancias de ocupación temporal, en un edificio de uso administrativo y de 8 horas de actividad se estima entorno el 40%.

El ahorro energético que se conseguiría en este edificio con gran aporte de luz natural en la mayoría de sus espacios, depende de la ubicación de las luminarias y la orientación de la estancia. De forma general, el ahorro energético se estima entorno el 50%-30%.



**Gráfica 18. Porcentaje de ahorro energético de una luminaria con regulación de nivel constante de iluminación respecto una sin regulación.**

Se considera una inversión unitaria entre 90€ -150€, incluyendo costes de instalación. Se han considerado un número de equipos en función de los despachos con mayor potencial de ahorro energético. Se ha estimado además un coste adicional de 80 € para el saneamiento de las claraboyas.

Mejora	Ahorro Eléctrico kWh/año	Reducción Emisión tCO <sub>2</sub> /año	Ahorro €/año	Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
Sustitución Iluminación a LED y mejora en su control	4.142	1,4	426	2.661	6,2	4,1

**Tabla 20. Resumen MAE sustitución luminarias a LED y control**

Si bien el periodo de retorno de la inversión es mayor de 6 años, la mejora de las condiciones de confort lumínico para los usuarios del centro, es otro beneficio a tener en cuenta en las variables tomas de decisión de inversión.

### 7.3.2. Renovación del aislamiento de térmico de líneas de refrigerante.

#### 7.3.2.1. Situación actual

En el estudio termográfico mostrado en el apartado 5.4 de la campaña de mediciones, se han identificado en las imágenes termográficas temperaturas menores a los 10°C en numerosos tramos de las líneas de refrigerante de las unidades exteriores de la instalación de climatización.



**Imagen 25. Tramos de líneas de refrigerante con aislamiento deficiente. Tª superficial 10,5°C**

Esta degradación de las coquillas de aislamiento térmico de las tuberías de refrigerante del sistema de climatización, representan unas pérdidas energéticas considerables dentro del consumo energético anual de los equipos.

#### 7.3.2.2. Mejora a implementar

Un correcto aislamiento térmico de tuberías reduce las pérdidas en la distribución y mejora el rendimiento de las instalaciones debido a que los equipos trabajan con fluidos a temperaturas próximas a las de diseño.

Se recomienda aislar con coquillas elastoméricas nuevamente los tramos de tubería de refrigerante que discurren por el exterior del edificio para limitar las pérdidas en el transporte del fluido. La reducción de pérdidas energéticas frente a una tubería sin aislar supera al 70%.



**Imagen 26. Esquema del aislamiento térmico con coquilla elastomérica de una tubería.**

### 7.3.2.3. Ahorro energético y económico

Se estima que el consumo energético debido a las pérdidas de calor en las líneas de refrigerante con el aislamiento térmico degradado, pueden representar el 10% del consumo eléctrico anual de los equipos de climatización.

Retirando las existentes e instalando coquillas elastoméricas nuevas, se podrían reducir estas pérdidas energéticas en un 70%.

Los ahorros energéticos y económicos alcanzables se resumen a continuación:

Mejora	Ahorro Eléctrico kWh/año	Reducción Emisión tCO <sub>2</sub> /año	Ahorro €/año	Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
Aislamiento térmico líneas refrigerante	1.062	0,4	109	280	2,6	1,8

**Tabla 21. Resumen MAE Renovación del aislamiento térmico de líneas de refrigerante**

Se ha considerado una inversión en materiales de 5 €/m de coquillas elastoméricas, con una aproximación de 16 metros instalados. Los costes de mano de obra se estiman en 200 € para media jornada de trabajo.

### 7.3.3. Ajuste de la temperatura de consigna

#### 7.3.3.1. Situación actual

La instalación de climatización cuenta con diversos mandos donde el personal establece la temperatura consigna para cada una de las unidades interiores tipo split de cada estancia.

Durante la realización de la auditoría se ha comprobado que la temperatura de consigna establecida en el panel de control de uno de los mandos era de 23°C, estando por encima de la temperatura recomendada (21°C para el invierno, según el RD 1826/2009, época durante la cual se realizaron las visitas al edificio).

#### 7.3.3.2. Mejora a implementar

Se propone reducir dos grados la temperatura de consigna (de 23°C a 21°C) en las oficinas para los meses de noviembre a marzo.

Debe tenerse en cuenta en cuenta que por cada grado de temperatura que modifiquemos la consigna aproximándola a la temperatura exterior se obtiene un ahorro en torno a un 8% en el consumo destinado a climatización.

#### 7.3.3.3. Ahorro energético y económico

Esta medida de mejora no supone ninguna inversión, por lo que se recomienda su actuación de manera inmediata, teniendo en cuenta las siguientes temperaturas de consigna recomendadas por el RITE.

- Meses de verano: 26°C
- Meses de invierno: 21°C

Se realiza un planteamiento conservador, estimando un ahorro del 5% (del consumo de climatización) por el ajuste de dos grados en la temperatura de consigna durante los meses de invierno.

Mejora	Ahorro Eléctrico kWh/año	Reducción Emisión tCO <sub>2</sub> /año	Ahorro €/año	Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
Ajuste de temperatura consigna	1.517	0,5	156	0	0,0	0,0

**Tabla 22. Resumen MAE Ajuste de temperatura consigna**

### **7.3.4. Reducción pérdidas stand-by y configuraciones ahorro energía.**

#### **7.3.4.1. Situación actual**

Como se ha visto en el capítulo 5.1.1, existe una demanda de potencia cuando el centro se encuentra sin actividad cercana al 16% de su demanda en funcionamiento.

Tras el análisis de las mediciones de la curva de demanda de potencia eléctrica, se han establecido los siguientes posibles consumos origen de esta demanda en horario fuera de actividad del edificio:

- Consumo remanente de equipos ofimáticos y de fuerza en modo stand-by cuando finaliza la jornada de trabajo en el edificio.

Parte del consumo remanente de fuerza está asociado a equipos de funcionamiento continuo como el rack de telecomunicaciones o las centralitas de seguridad e incendios. Sin embargo, tras las observaciones durante la visita al centro, varios equipos ofimáticos se quedan en modo stand-by tras la jornada de trabajo.

Muchos equipos siguen consumiendo energía aunque nadie los use al permanecer en posición stand-by (con el piloto luminoso encendido), e incluso aunque estén apagados del todo, por el simple hecho de permanecer conectados a la red. Por eso es importante desconectar todos los equipos por completo de la red cuando no se estén usando.

#### **7.3.4.2. Mejora a implementar**

Para evitar estos consumos de energía innecesarios durante los periodos de inactividad, nocturnos y festivos, es necesario desconectar los equipos por completo de la red. El consumo en modo de espera puede llegar al 15% del consumo en condiciones normales de funcionamiento.

Se recomienda conectar todos los equipos de una zona de trabajo en una regleta múltiple con interruptor, de forma que se puedan apagar todos a la vez al finalizar la jornada laboral.

Una mejor alternativa para evitar olvidos debido a la necesidad de un apagado manual de las regletas consiste en el uso de enchufes programables que permiten el apagado y encendido automático de todos los equipos conectados a ellos según un horario preestablecido por el usuario.



**Imagen 27. Regleta múltiple con interruptor y toma de corriente con control horario**

Por otro lado, se recomienda configurar adecuadamente el modo de ahorro de energía de los ordenadores, impresoras, fotocopias y resto de equipos ofimáticos, con lo que se puede ahorrar hasta un 50% del consumo de energía del equipo.

**7.3.4.3. Ahorro energético y económico**

Se estima que mediante la eliminación de los consumos de stand-by de los equipos ofimáticos y de fuerza del centro, se puede reducir un 15% del consumo de estos equipos. La inversión se ha estimado con un precio medio de mercado de 15€ para enchufes programables y regletas con interruptor.

Mejora	Ahorro Eléctrico kWh/año	Reducción Emisión tCO <sub>2</sub> /año	Ahorro €/año	Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
Eliminación consumos stand-by	1.678	0,6	172	150	0,9	0,5

**Tabla 23. Resumen MAE Eliminación de consumos stand-by**

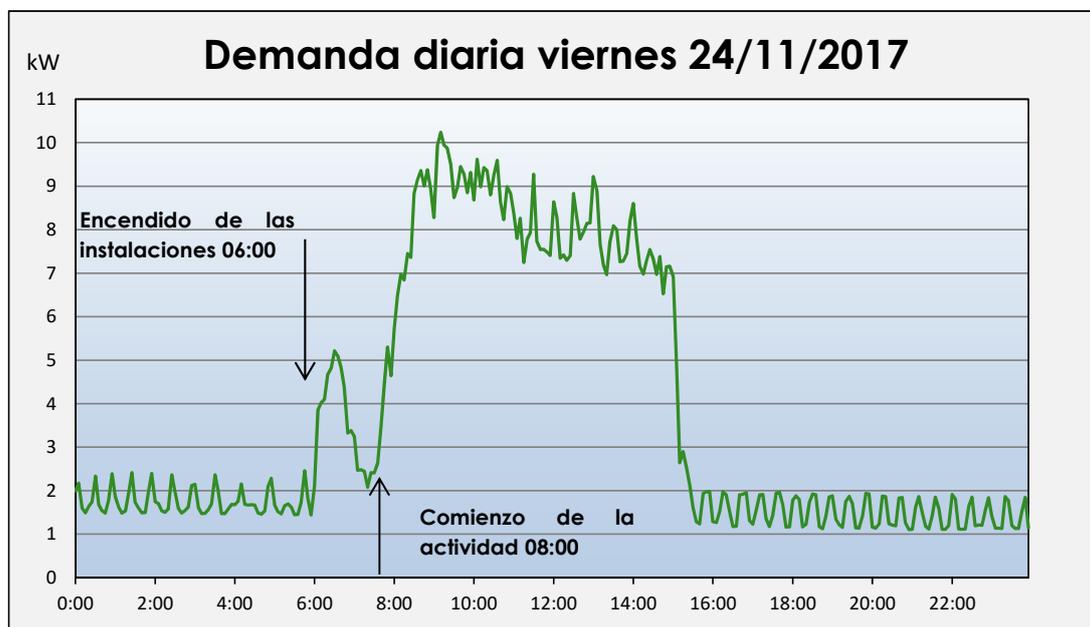
**7.3.5. Reducción del consumo remanente.**

**7.3.5.1. Situación actual**

Tal como se observar en el punto 5.1.1, existe una demanda de potencia cuando el centro se encuentra sin actividad. Más concretamente, el centro presenta una puesta en marcha de sus instalaciones 2 horas antes del comienzo de la actividad, alcanzando un pico de potencia demandada de 5 kW.

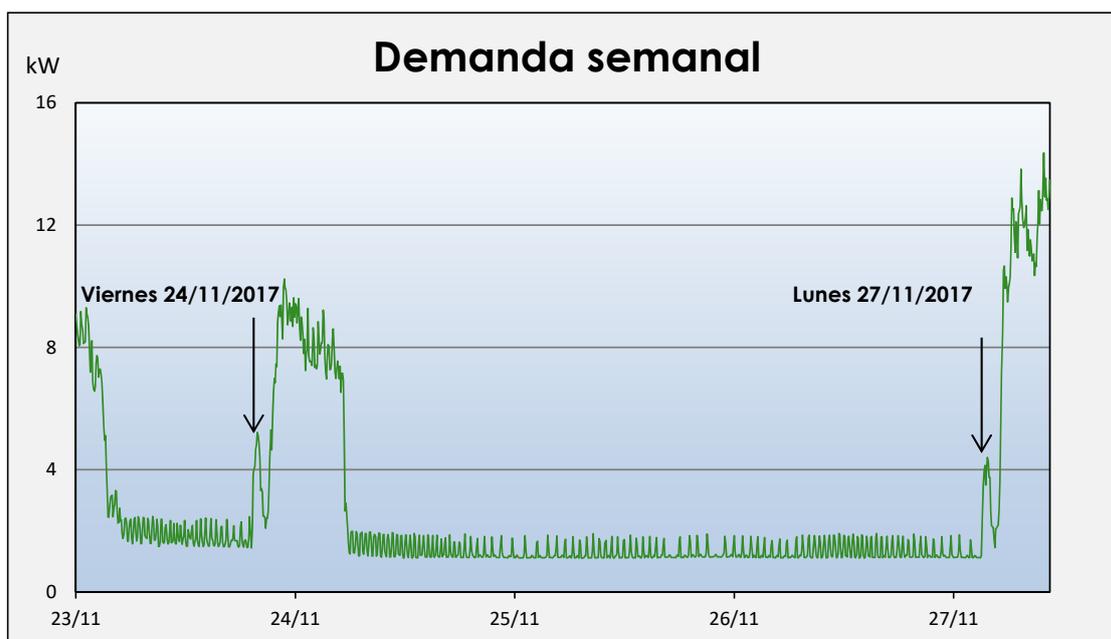
Por otra parte, se observa un consumo remanente durante el horario de cierre del centro, esto es, horario nocturno y fines de semana, de ≈ 1,8 kW.

A continuación, se muestran gráficamente estos consumos:



**Gráfica 19. Curva de demanda eléctrica registrada en la Agencia de Desarrollo Local**

En la siguiente gráfica se puede observar como se trata de un encendido habitual durante los laborables.



**Gráfica 20. Curva de demanda eléctrica registrada en la Agencia de Desarrollo Local**

### 7.3.5.2. Mejora a implementar

Se propone un retraso en el encendido de las instalaciones del centro, ajustándose al régimen de funcionamiento, así como la eliminación del consumo residual de 1,8 kW durante las horas en las que el centro permanece cerrado.

### 7.3.5.3. Ahorro energético y económico

Se estima que mediante la eliminación de los consumos no necesarios fuera del horario de funcionamiento, se obtendrían los siguientes ahorros energéticos:

Mejora	Ahorro Eléctrico kWh/año	Reducción Emisión tCO <sub>2</sub> /año	Ahorro €/año	Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
Reducción del consumo remanente	6.010	2,0	618	0	0,0	0,0

**Tabla 24. Resumen MAE Eliminación de consumos remanentes**

De este modo, se recomienda el análisis de este consumo remanente (diferenciar el remanente imprescindible del consumo residual) para intentar minimizarlo. Para ello, como se especifica en la MAE transversal de implantación de *sistema de gestión de la energía*, se recomienda la implementación de un SGE para controlar y evitar estos consumos.

## 7.4. Propuestas adicionales de medidas de ahorro y eficiencia energética

De manera adicional a las mejoras y actuaciones descritas anteriormente, en el desarrollo de la presente auditoría energética se han detectado otras medidas, encaminadas a reducir el consumo de energía y/o aumentar la eficiencia energética de las instalaciones.

Estas medidas de mejora no se incluyen en los apartados anteriores, en primer lugar, por tratarse de medidas de ahorro transversales cuya implantación se recomienda realizar a nivel del conjunto de los edificios municipales o, en segundo lugar, por quedar descartadas a corto plazo, ya que, presentan un periodo de retorno de la inversión fuera de los criterios mínimos de rentabilidad, y/o para obtener una estimación de los ahorros potenciales, así como de las inversiones necesarias, precisan de estudios en detalle.

Pese a ello, estas medidas adicionales quedan recogidas a continuación, de forma que se puedan tener en cuenta tanto para la obtención de la información adicional necesaria para auditorías energéticas futuras, como para la futura implantación en un marco temporal largo plazo.

#### 7.4.1. Sistema de Gestión de la Energía - Medida de mejora transversal

Como resultado de los trabajos de auditoría energética en los edificios municipales de Santa Pola, se ha detectado la Implantación de un Sistema de Gestión Energética (SGE) como medida de ahorro y eficiencia energética cuya implantación se recomienda realizar en los principales edificios consumidores de energía del municipio. Por lo que esta medida se define como transversal y queda reflejada en el informe de Análisis Energético de los Edificios Municipales.

El SGE permitirá mejorar el desempeño energético del edificio, considerando los siguientes factores:

- **Cultura energética:** nivel de información existente en el centro, la formación interna y la política energética.
  - Por ejemplo concienciando en establecer las consignas de temperatura de los equipos controlados individualmente y centralizados en 21°C (máximo en invierno) y 26°C (mínimo en verano). Se debe tener en cuenta que cada grado de más supone un incremento de los costes energéticos de un 8%.
- **Innovación Tecnológica:** grado de actualización de los medios técnicos aplicados en las instalaciones.
  - La organización considera las oportunidades de mejora del desempeño energético en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas, de equipos, de sistemas y de procesos que pueden tener un impacto significativo en su desempeño energético.
  - Al adquirir servicios de energía, productos y equipos que tengan, o puedan tener, un impacto en el uso significativo de la energía, el Ayuntamiento informará a los proveedores que las compras serán en parte evaluadas sobre la base del desempeño energético.
- **Mantenimiento:** nivel de sensibilidad existente en el centro en el mantenimiento con objeto de alcanzar el óptimo rendimiento desde el punto de vista de la eficiencia energética.
- **Control energético:** nivel de gestión del gasto energético (sistemas de medición y monitorización, etc.).

## 7.4.2. Sustitución de equipos con R-22

### 7.4.2.1. Situación actual

Actualmente como se ha observado en el inventario de los equipos, se dispone de unidades exteriores con refrigerante R22 (CFC's) para climatizar las diferentes estancias.

Por otro lado, al tratarse de unos equipos ya descatalogados y con tecnologías antiguas, cada vez es más difícil encontrar los repuestos originales para su mantenimiento, provocando que cualquier avería pueda convertirse en una situación crítica. Si a esto se añade que el refrigerante que utiliza es R-22, esta situación puede resultar mucho más grave, puesto que desde 2015 está prohibida su comercialización y no es posible realizar recargas de este gas al realizar el mantenimiento. La no disposición de gas R-22 para la reparación de las averías que pudieran surgir en las unidades indicadas obligaría a la sustitución de las mismas.

### 7.4.2.2. Mejora a implementar

Debido a lo comentado en el punto anterior, se recomienda la sustitución inmediata de estos equipos, a pesar del elevado tiempo de retorno que supondría esta inversión. Estos equipos se podrían reemplazar por uno o varios equipos más eficientes y con refrigerantes libres de CFC.

Es importante a la hora de realizar el cambio de los equipos, usar como criterio la eficiencia energética de los equipos. Esta se mide considerando el cociente entre la capacidad térmica suministrada y su consumo eléctrico total. Esta eficiencia puede calcularse cuando el equipo está en funcionamiento en modo frío (EER) o en modo calor (COP). Existe una clasificación de aparatos por el que se regula su etiquetado energético siendo la letra "A" los equipos más eficientes.



Ilustración 1. Clasificación etiquetado energético

Mediante la sustitución de un equipo actual con un índice de eficiencia energética "EER" 2,5 por otro equipo con un EER mayor de 3,2, el ahorro energético en la instalación de climatización se situaría en torno al 30 %.

### **7.4.3. Rehabilitación energética de la envolvente**

Como se ha comentado con anterioridad, se desconoce la existencia o características térmicas del aislamiento térmico en la envolvente del edificio. La gran mayoría de los edificios existentes, están contruidos según normativas antiguas, muy básicas, que no establecían obligaciones respecto a limitaciones de consumo o aislamientos.

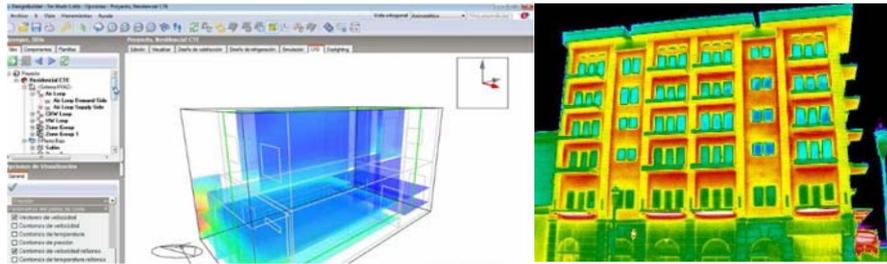
Dado que la envolvente térmica tiene una incidencia fundamental sobre la demanda energética en los edificios, realizar algún tipo de actuación sobre la misma conduce a importantes ahorros en términos energéticos y económicos. Algunas de las medidas más efectivas para mejorar la envolvente térmica del edificio son:

- Mejorar el aislamiento térmico
- Sustitución de las carpinterías y vidrios.
- Aislamiento de los puentes térmicos (encuentro de fachada, cajas de persianas, etc).

Según estudios, las actuaciones de mejora de aislamiento sobre cubiertas y fachada pueden reducir hasta un 18% en la demanda de calefacción o refrigeración, al igual que las mejoras en las carpinterías y vidrios, podrían reducir otro 18%.

Esta medida no se incluye dentro de las medidas prioritarias, ya que, para poder determinar qué actuaciones emprender para mejorar la envolvente es necesario realizar los siguientes estudios:

- Estudio termográfico de la envolvente que comprenda la identificación de los puntos donde mayores pérdidas energéticas se producen.
- Modelado energético del edificio mediante un software de simulación. Mediante esta simulación energética se conocen los datos de partida, que será usado para el estudio de viabilidad de las diferentes medidas de ahorro energético.



**Imagen 28. Estudio envolvente térmica**

Además, estas actuaciones son altamente intrusivas, afectando la normal actividad de los centros, así como elevados periodos de retorno, recomendándose acometer en procesos de rehabilitación integral.

## 7.5. Resumen de MAEs

A continuación se resume cada una de las MAEs desarrolladas, así como su peso específico.

Medidas de Ahorro y Mejora de la Eficiencia Energética	Ahorro anual			Inversión €	PRS años	PR VAN=0 años
	Eléctrico	Emisiones	Económico			
	kWh/año	tCO <sub>2</sub> /año	€/año			
<b>Periodo de retorno ≤ 3 años</b>						
Ajuste de temperatura consigna	1.517	0,5	156	0	0,0	0,0
Reducción del consumo remanente	6.010	2,0	618	0	0,0	0,0
Eliminación consumos stand-by	1.678	0,6	172	150	0,9	0,5
Aislamiento térmico líneas refrigerante	1.062	0,4	109	280	2,6	1,8
<b>Subtotal</b>	<b>10.267</b>	<b>3,4</b>	<b>1.055</b>	<b>430</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>
<b>Periodo de retorno &gt; 3 años</b>						
Sustitución Iluminación a LED y mejora en su control	4.142	1,4	426	2.661	6,2	4,1
<b>Subtotal</b>	<b>4.142</b>	<b>1,4</b>	<b>426</b>	<b>2.661</b>	<b>6,2</b>	<b>4,1</b>
<b>Total</b>	<b>14.409</b>	<b>4,8</b>	<b>1.481</b>	<b>3.091</b>	<b>2,1</b>	<b>1,7</b>

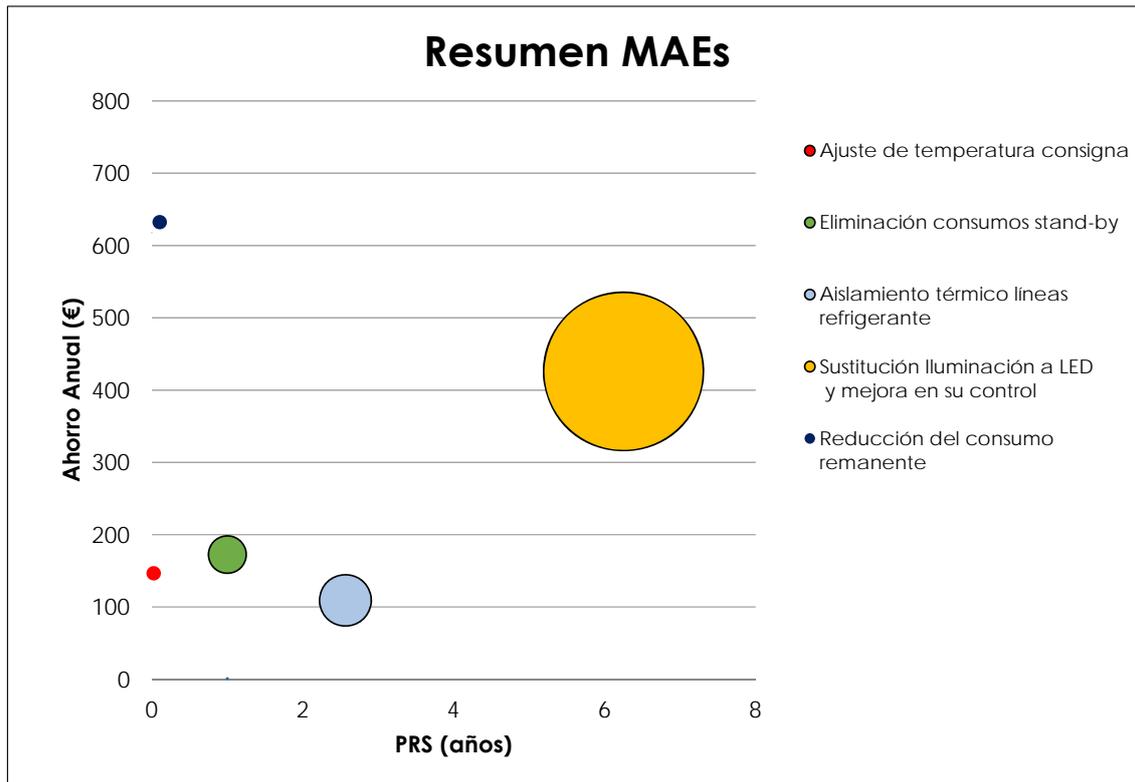
**Tabla 25. Resumen MAEs**

Estas mejoras supondrían un ahorro de energía eléctrica del 41% respecto al periodo de referencia auditado.

<b>Consumo energético (kWh/año)</b>	35.080
<b>Ahorro Energético (kWh/año)</b>	14.409
<b>Ahorro Energético (%)</b>	41%

**Tabla 26. Resumen de ahorros energéticos previstos con las mejoras**

En la siguiente gráfica se muestran las medidas de mejora propuestas distribuidas en un gráfico de bolas donde se aprecia con mayor claridad el periodo de retorno simple, el ahorro económico actual y el coste de la inversión representado mediante el tamaño de bola.



**Gráfica 21. Resumen Medidas de Ahorro y Eficiencia.**

La mejora de la reducción del consumo remanente es la que mayor ahorro genera con una inversión nula. La sustitución de las luminarias del edificio por tecnología LED presenta es la segunda que genera mayor ahorro económico, pero conlleva una gran inversión.

En el Análisis Energético de los Edificios Municipales, se elabora el **Plan de Ahorro y Eficiencia Energética específico para el conjunto de los edificios**, obtenido en función de:

- Los modelos energéticos obtenidos para los edificios.
- El análisis de las mediciones.
- Las MAEs detectadas y descritas anteriormente, así como la Implantación de un Sistema de Gestión Energética definida como transversal.

## 8. CONCLUSIONES

La **auditoría energética de la Agencia de Desarrollo Local** ubicado en la Calle Astilleros Nº4 en Santa Pola desarrollada por Eurocontrol, **se ha desarrollado conforme a las exigencias establecidas en el Real Decreto 56/2016.**

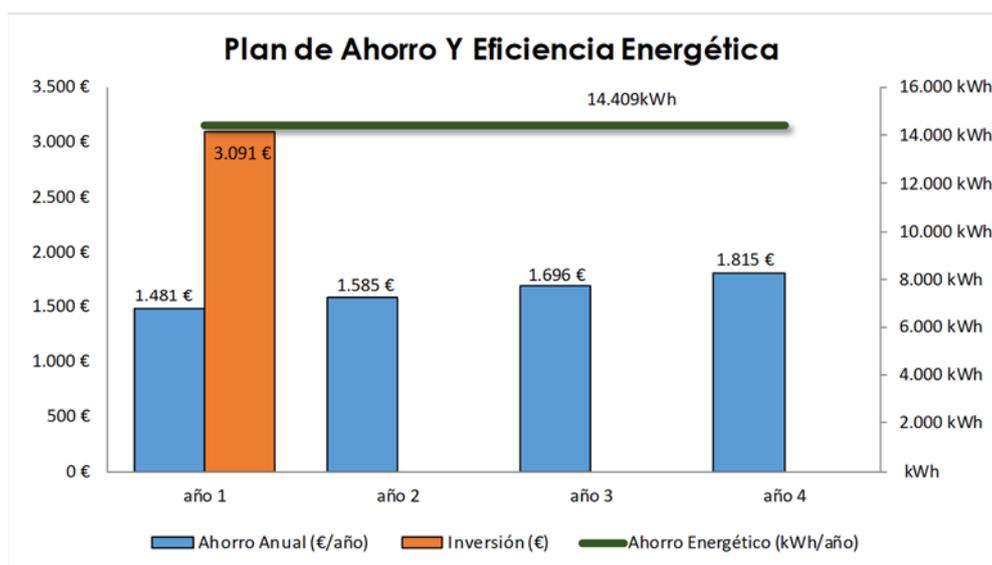
Para ello se incluye entre otros el análisis del estado energético del edificio, la definición de indicadores y modelo energético, y el desarrollo de las Medidas de Ahorro y Eficiencia aplicables.

**El análisis del estado energético del edificio se basa en la información facilitada por el cliente y en la recopilada en las visitas a campo,** tomando como periodo de referencia doce meses de agosto 2016 a julio 2017.

Como resultado del análisis de todos los datos recogidos en la auditoría energética del centro, se han desarrollado **5 Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética prioritarias.** Estas actuaciones establecen el marco sobre el que avanzar en el uso eficiente de la energía, y en la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones, permitiendo:

- Disminuir el consumo de energía eléctrica en un 41%.
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la actividad del centro en un 41%.
- Reducir los costes energéticos del centro en 27% (1.481€).

Para la implantación de estas medidas de mejora es necesario realizar una **inversión de 3.091 €, que quedaría retornada en un periodo en torno a 2,1 años.**



**Gráfica 22. Plan de ahorro y eficiencia energética**

Además de las Medidas de Ahorro y Eficiencia energética desarrolladas en el presente informe, se proponen una serie de medidas adicionales encaminadas a reducir el consumo de energía y/o aumentar la eficiencia energética del edificio, pero que no se han cuantificado los ahorros energéticos potenciales por ser necesarios estudios en más detalle y una definición de su alcance para realizar una evaluación económica.

Por otra parte, se propone la Implantación de un Sistema de Gestión Energética (SGE) como medida transversal, de aplicación a los principales edificios municipales.

Se debe destacar que, para conseguir una mejora energética continua, se recomienda primordialmente la implantación de un sistema de gestión y monitorización energética. Esta infraestructura permitirá además valorar y validar los resultados conseguidos en la implantación de **las Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética, en las que será prioritario verificar los ahorros conseguidos mediante Planes de Medida y Verificación.**