

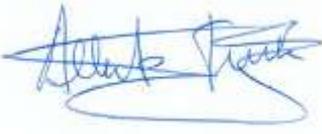


## INFORME

### AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(Polideportivo Antonio Lorenzo Cuevas)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_59_20151106

Elaborado por:		Revisado por:
		
Alberto Trueba Salas	Daniel Lozano Villamediana	Inés Simón García

<b>1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Datos generales del centro .....	1
1.2 Planos y distribución .....	2
1.3 Envoltente y cerramientos.....	4
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	5
1.4.1 Producción de ACS .....	5
1.4.2 Distribución - Grupos de bombeo .....	8
1.4.3 Unidades Terminales.....	9
1.5 Iluminación.....	11
1.5.1 Iluminación interior .....	12
1.5.2 Iluminación exterior .....	13
1.5.3 Sistemas de control .....	14
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	14
1.6 Otros equipos .....	14
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	15
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>16</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	16
2.2 Consumos térmicos.....	19
2.3 Consumos energéticos totales .....	19
2.4 Índices energéticos.....	19
2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....	19
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	19
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS.....</b>	<b>20</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	20
3.1.1 Registros trifásicos .....	20
3.1.2 Registros monofásicos.....	23
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	25
3.3 Medidas térmicas.....	25
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....	25
3.4 Análisis termográfico.....	25
3.5 Certificación energética .....	26
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>27</b>
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	27

4.2	Desglose de consumos térmicos .....	28
<b>5.</b>	<b>ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>29</b>
5.1	Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED. ....	29
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....	31
<b>6.</b>	<b>MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>33</b>
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	33
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	35
<b>7.</b>	<b>PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>37</b>
7.1	Energía solar térmica.....	37
7.2	Biomasa .....	37
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo .....	37
<b>8.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>38</b>

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Polideportivo Antonio Lorenzo Cuevas
Dirección	C/ Doña Francisca Carrillo "Doña Paquita"
Tipo de edificio	Centro Deportivo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	David (Responsable Instalaciones): 686 485878
Número de edificios	1

*Tabla 1 Resumen datos generales*

Las instalaciones de la **Pista Deportiva** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Doña Francisca Carrillo** en la localidad de **Marbella**.



*Imagen 1 Vista general la pista deportiva*



*Imagen 2 Vista aérea de la pista deportiva*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLIDEPORTIVO ANTONIO LORENZO CUEVAS</b>	<b>1306</b>
		<b>59</b>
		<b>Rev.07</b>

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Útil m2	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio Principal	1	193,76	150-200	(*)	2010	-	

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Zona oficinas	1	(*)	Administrativo
Vestuarios	150-200	(*)	Vestuarios
Zona Deportiva	150-200	(*)	Deportivo

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

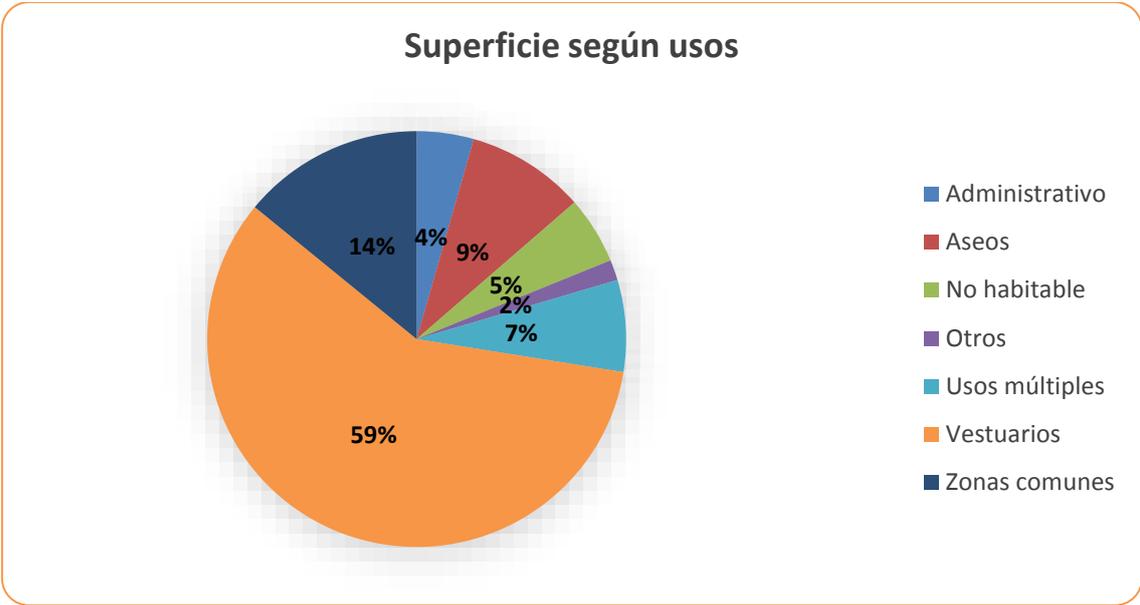
### 1.2 Planos y distribución

En la tabla siguiente se muestran los metros cuadrados según los usos para cada una de las plantas.

USO	Planta 0 (m2)	Sup. Total (m2)
Administrativo	9	9
Aseos	18	18
No habitable	10	10
Otros	3	3
Usos múltiples	14	14
Vestuarios	113	113
Zonas comunes	27	27
Sup. Total (m2)	194	194

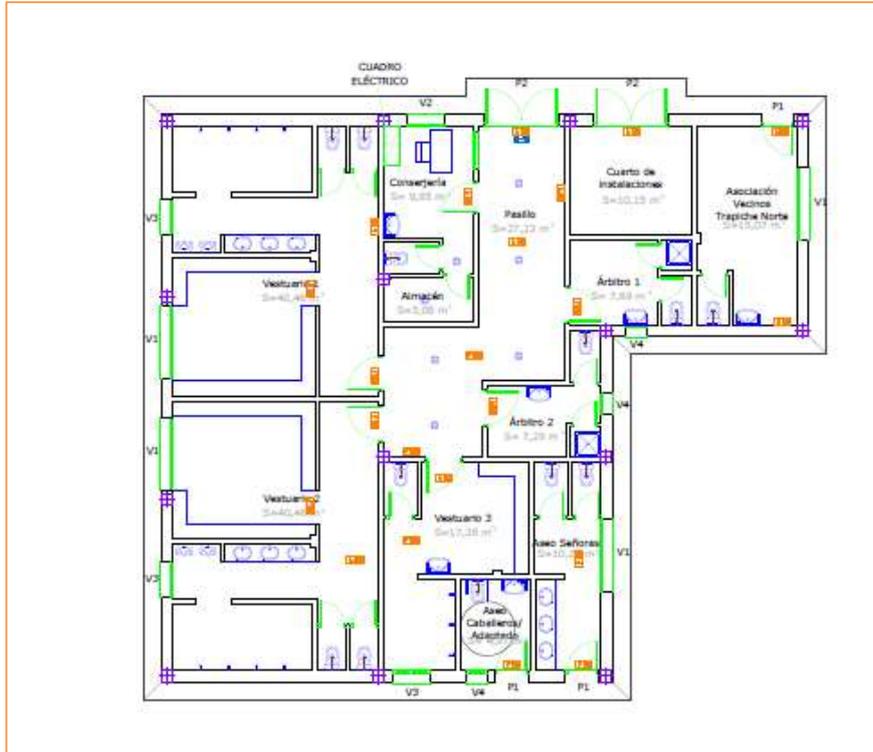
Tabla 4 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a vestuarios abarca el 59% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas comunes con un 14%.



*Gráfico 1 Superficie según Usos*

A continuación se muestran los planos por planta de la instalación:



*Plano 1 Planta Baja*

### 1.3 Envoltente y cerramientos

En 1999 se publica la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación que tiene como principal objetivo el de regular el sector de la edificación. En materia de reglamentación era preciso actualizar una reglamentación que había quedado profundamente obsoleta por lo que la ley insta y autoriza al Gobierno para la aprobación de un Código Técnico de la Edificación mediante Real Decreto que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Los documentos básicos que regulan la envoltente térmica y los cerramientos son:

DB SI: Seguridad Caso de Incendio

DB HS: Salubridad

DB HR: Protección frente al Ruido

DB HE: Ahorro de energía

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 2010; y por lo tanto lo hizo bajo las normas marcadas por el CTE.

El edificio, que fue construido en 2010, tiene 193,76 m<sup>2</sup> distribuidos en una única planta en forma de L. En él se alojan principalmente vestuarios y aseos por lo que predominan carpinterías pequeñas y numerosos accesos a varias de las estancias. La cubierta es plana y transitable.



*Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLIDEPORTIVO ANTONIO LORENZO CUEVAS</b>	<b>1306</b>
		<b>59</b>
		<b>Rev.07</b>

#### 1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

El centro consta de dos radiadores portátiles con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de las estancias que lo requieran.

Por otra parte, al tratarse de un edificio construido antes del 2007, donde el RITE (RD 1027/2007) establece obligaciones respecto al aporte de aire exterior, tampoco hay presencia de sistemas de ventilación mecánica.

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria para los vestuarios se lleva a cabo mediante una instalación solar térmica compuesta de 4 captadores planos con apoyo de dos termos acumuladores eléctricos.

##### 1.4.1 Producción de ACS

La producción de agua caliente sanitaria (ACS) para los vestuarios se lleva a cabo mediante una instalación solar térmica compuesta por 4 captadores solares planos que acumulan la energía térmica en un depósito acumulador de 1.000 litros de capacidad, con apoyo de dos termos acumuladores eléctricos de 5 kW y 500 litros de capacidad cada uno, conectados en serie con el depósito solar.

El esquema de principio de la instalación de producción-acumulación de ACS se muestra a continuación:

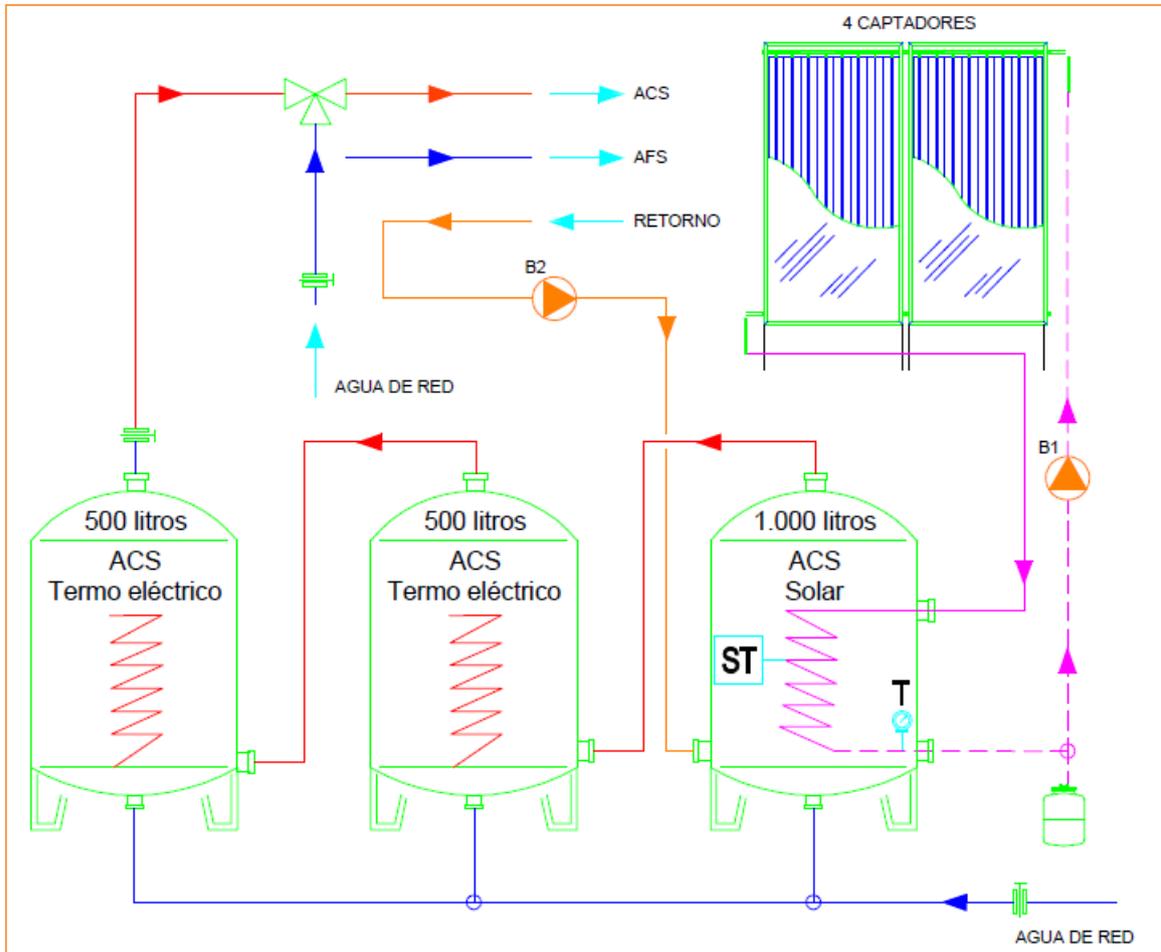


Imagen 4 Esquema de principio – Producción – Acumulación de ACS

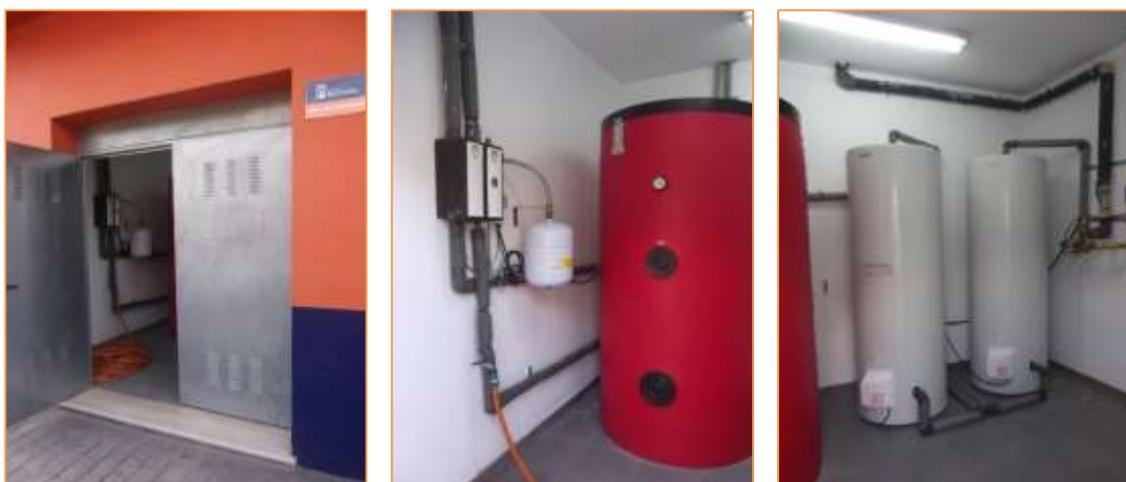
A continuación se resumen las características de la instalación solar térmica:

Tipo	Instalación con interacumulador	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	4
	Tipo	Plano
	Superficie bruta (m2)	2,5
	Superficie de apertura (m2)	2,35
	Inclinación	45°
	Orientación	0°
Circuito primario	Bomba (Marca)	WILO
	Bomba (Marca)	RS 25/4-3
Intercambiador de calor	Tipo Serpentin en depósito	
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	1.000,00
	Total (litros)	1.000,00
Observaciones	Energía auxiliar: 2x Termos eléctricos (500 litros y 5 kW cada uno)	

Tabla 5 Características instalación solar térmica



*Imagen 5 Instalación solar térmica - Captadores*



*Imagen 6 Instalación solar térmica – Sala de máquinas – Acumulación y circuito primario solar – Termos eléctricos*

A continuación se resumen las características de los termos-acumuladores eléctricos instalados en el centro para producción-acumulación de ACS para los vestuarios, que funcionan como apoyo de la instalación solar térmica:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)
Edificio Principal	0	Sala de Máquinas	5,00	500
Edificio Principal	0	Sala de Máquinas	5,00	500

*Tabla 6 Características producción-acumulación local de ACS*



Imagen 7 Termos acumuladores eléctricos

#### 1.4.2 Distribución - Grupos de bombeo

A continuación se resumen los grupos de bombeo existentes en el centro:

Nº bomba	1	2
Circuito	Primario Solar térmica	Bomba recirculación ACS
Edificio	0	0
Ubicación	Sala de Máquinas	Sala de Máquinas
Denominación	B1	B2
Tipo	Rótor húmedo - simple	Rótor húmedo - simple
Marca	WILO	ROCA
Modelo	RS 25/4-3	SB 100 XL
Año de instalación	2010	2010
Variador de frecuencia	No	No
Caudal (l/h)	(0-3400)	(0-5600)
Presión disponible (m.c.a.)	(0-3,9)	(0-6,5)
Potencia abs (kW)	0,065	0,20

Tabla 7 Características grupos de bombeo



Imagen 8 Grupos de bombeo – Primario circuito solar



*Imagen 9 Grupos de bombeo – Recirculación de ACS*

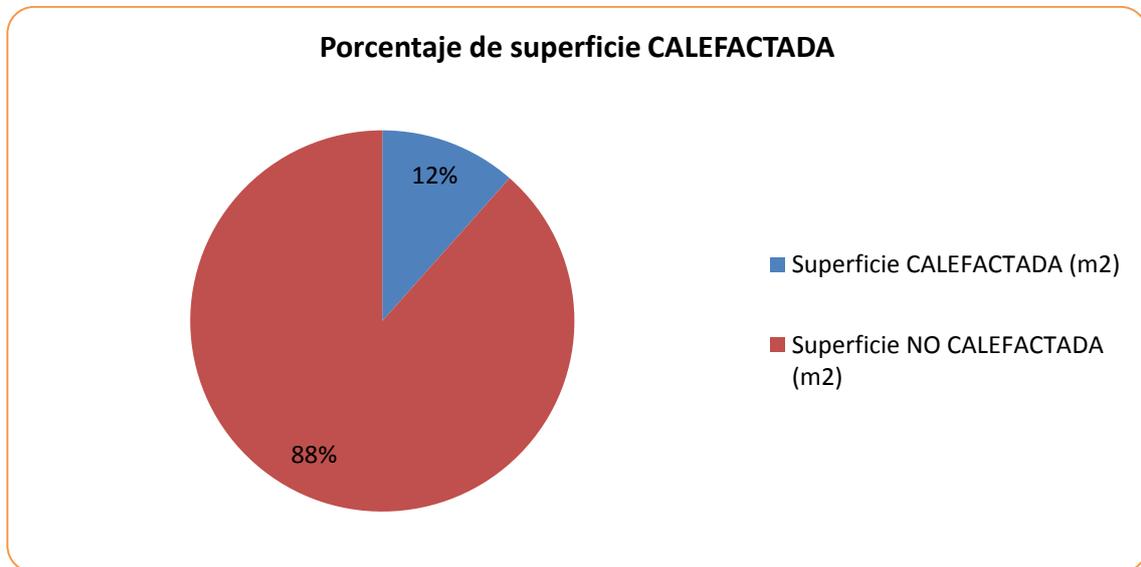
#### 1.4.3 Unidades Terminales

El centro consta únicamente de un sistema de climatización compuesto por dos radiadores eléctricos portátiles de 2 y 2,5 kW para cubrir las necesidades térmicas de la asociación de vecinos y de la conserjería respectivamente.



*Imagen 10 Unidades terminales – Radiadores eléctricos – Conserjería y Asociación de vecinos*

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la superficie calefactada en el centro:



*Gráfico 2 Porcentaje de superficie calefactada*

### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 14,23 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.



Gráfico 3 % Potencia instalada en iluminación según el uso

En el siguiente gráfico se muestran los distintos tipos de lámparas instalados y el porcentaje que cada uno de ellos representa en el conjunto del centro deportivo.

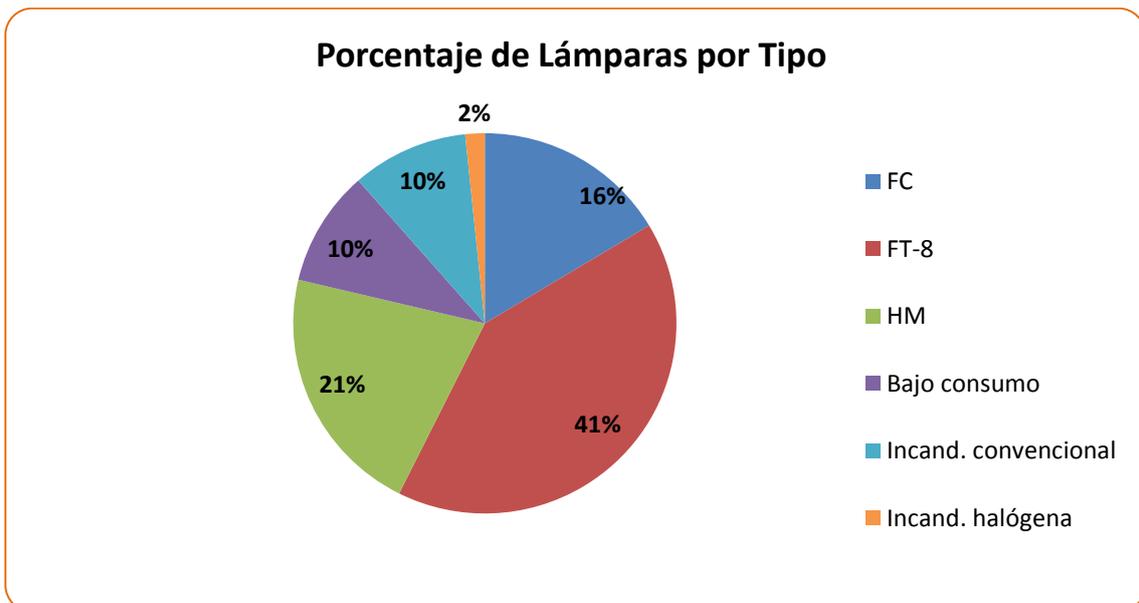


Gráfico 4 % de cada tipo de lámpara instalada

### 1.5.1 Iluminación interior

En la tabla siguiente se muestra un resumen detallado del tipo de iluminación y las potencias de cada una de las lámparas.

Las características de los elementos y equipos de iluminación, así como su distribución por zonas, se detallan en el Anexo **“Inventario Instalaciones”**.

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
EM	23	1,90
FT-8	23	1,90
2	19	1,64
36	19	1,64
3	4	0,26
18	4	0,26
-	25	0,99
Incand. convencional	1	0,06
1	1	0,06
60	1	0,06
FC	10	0,52
2	10	0,52
26	10	0,52
Bajo consumo	12	0,31
1	12	0,31
26	12	0,31
Incand. halógena	2	0,10
1	2	0,10
50	2	0,10
<b>Total general</b>	<b>48</b>	<b>2,89</b>

*Tabla 8 Resumen de lámparas instaladas*

En las imágenes siguientes se pueden observar los modelos de luminarias más representativos instalados.



*Imagen 11 Tipos de luminarias instaladas*

### 1.5.2 Iluminación exterior

En la tabla siguiente se recoge un resumen detallado de la iluminación exterior y las potencias de cada una de las lámparas instaladas.

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
-	21	11,34
Incand. convencional	11	0,66
1	11	0,66
60	11	0,66
HM	10	10,68
1	6	1,08
150	6	1,08
5	4	9,60
400	4	9,60
<b>Total general</b>	<b>21</b>	<b>11,34</b>

*Tabla 9 Resumen de iluminación exterior*



*Imagen 12 Luminarias situadas en el exterior del edificio*

### 1.5.3 Sistemas de control

No existe ningún tipo de control de iluminación en ninguna zona del edificio.

### 1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Dado que las secciones de iluminación del centro deportivo se activan de forma manual, las condiciones de funcionamiento están relacionadas directamente con el periodo de ocupación. Por este motivo se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas para determinar el perfil de comportamiento.

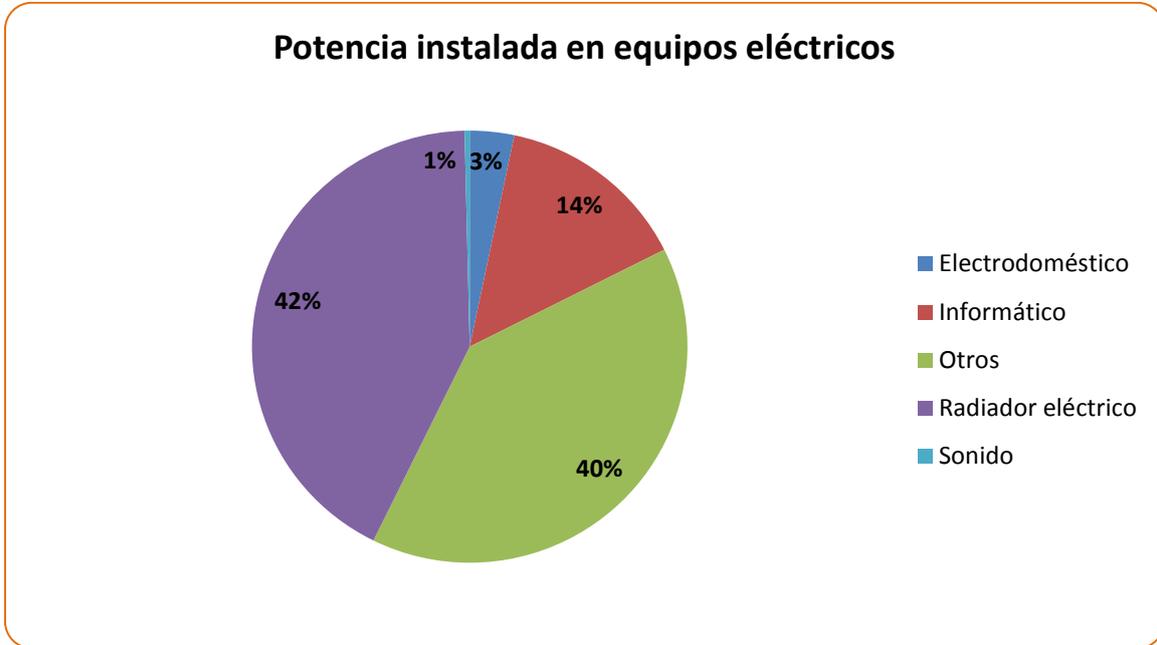
### 1.6 Otros equipos

A continuación se muestran el resto de equipos eléctricos existentes en el centro.

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
<b>Electrodoméstico</b>	<b>1</b>	<b>0,35</b>
Frigorífico	1	0,35
350	1	0,35
<b>Informático</b>	<b>6</b>	<b>1,52</b>
Multifunción	1	0,02
20	1	0,02
Ordenador sobremesa	5	1,5
300	5	1,5
<b>Otros</b>	<b>4</b>	<b>4,22</b>
Secador de manos	2	4,1
2050	2	4,1
Ventilador	2	0,12
70	1	0,07
50	1	0,05
<b>Sonido</b>	<b>1</b>	<b>0,04</b>
Radio-CD	1	0,04
40	1	0,04
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>2</b>	<b>4,5</b>
Radiador electrico	2	4,5
2000	1	2
2500	1	2,5
<b>Total general</b>	<b>14</b>	<b>10,63</b>

*Tabla 10 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.*

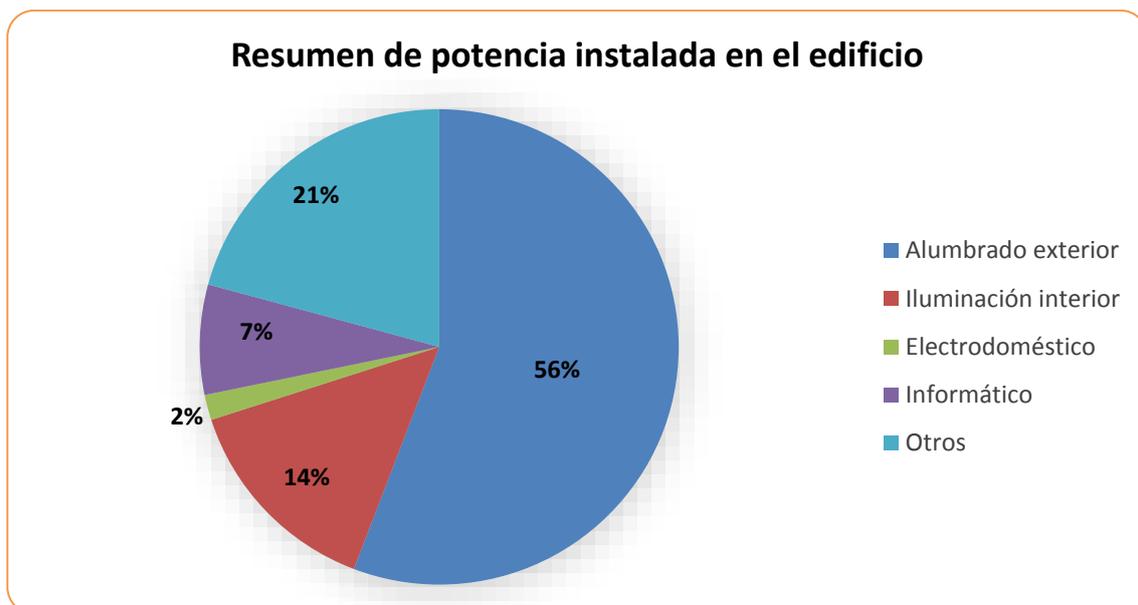
El siguiente gráfico muestra el peso porcentual que cobra cada tipología de equipo eléctrico en cuanto a potencia instalada.



*Gráfico 5 Potencia instalada por tipología de equipos*

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

En el siguiente gráfico se pueden identificar las potencias instaladas en el centro:



*Gráfico 6 Potencia instalada por usos*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLIDEPORTIVO ANTONIO LORENZO CUEVAS</b>	<b>1306</b>
		<b>59</b>
		<b>Rev.07</b>

## 2. CONSUMOS ANUALES

### 2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

Las condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

<b>CUPS</b>	ES0031104947266001EY0F	<b>Tarifa de acceso</b>	3.0 A
<b>CONDICIONES DE CONTRATACION</b>			
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
<b>Potencia contratada (kW)</b>	20	20	20
<b>Término de potencia (€/kW año)</b>	40,728525	24,437115	16,29141
<b>Término de energía (€/kWh)</b>	0,140053	0,110182	0,075633

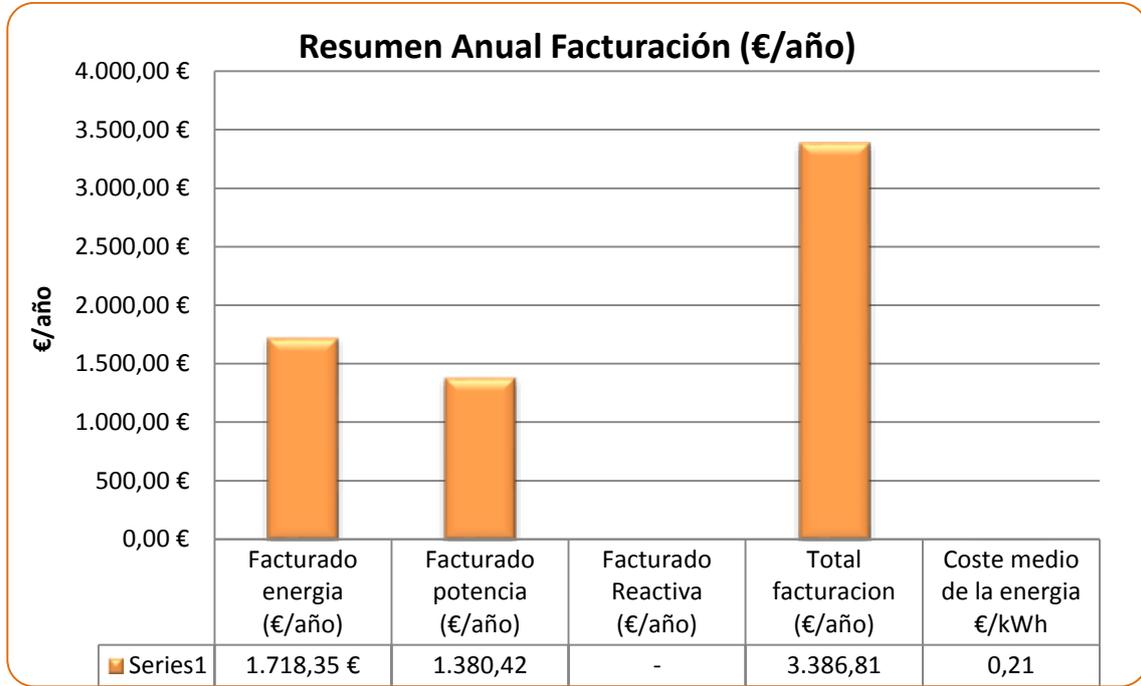
Se ha realizado un análisis de los consumos eléctricos a partir de los datos de las facturas eléctricas recibidas. El periodo estudiado corresponde desde Diciembre del 2013 hasta Noviembre del 2014.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
17/12/2013	20/01/2014	684	1.094	650	13 /6 /3	0,00	410,77
20/01/2014	17/02/2014	787	967	526	16 /13 /2	0,00	378,73
17/02/2014	17/03/2014	594	864	526	12 /12 /2	0,00	341,41
17/03/2014	16/04/2014	381	750	418	11 /11 /2	0,00	299,15
16/04/2014	19/05/2014	269	728	456	4 /3 /2	0,00	296,73
19/05/2014	18/06/2014	223	549	338	10 /3 /2	0,00	249,82
18/06/2014	16/07/2014	117	345	217	3 /2 /1	0,00	194,32
16/07/2014	19/08/2014	64	153	78	4 /1 /1	0,00	180,25
19/08/2014	17/09/2014	119	201	117	10 /10 /2	0,00	174,94
17/09/2014	17/10/2014	354	422	221	11 /12 /2	0,00	246,31
17/10/2014	18/11/2014	565	533	307	10 /10 /2	0,00	304,72
18/11/2014	17/12/2014	604	627	329	13 /13 /1	0,00	309,66

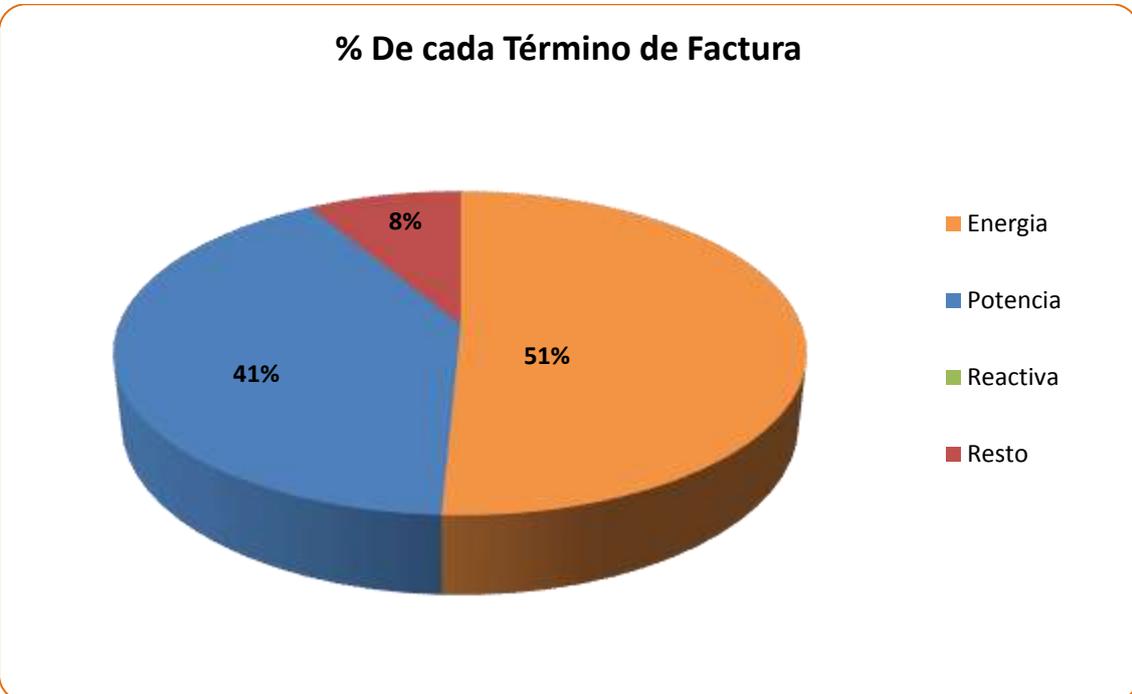
Tabla 11 Facturación eléctrica

Respecto a la potencia contratada se observa, tanto por las lecturas del maxímetro como con por las mediciones realizadas, que la contratada es superior a la demandada. Por ello se recomienda realizar un ajuste de la potencia según las necesidades de la instalación.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:



*Gráfico 7 Resumen Anual de Facturación*



*Gráfico 8 Resumen de los términos de Factura*

A continuación se presentan gráficas de consumos agrupados por meses naturales:

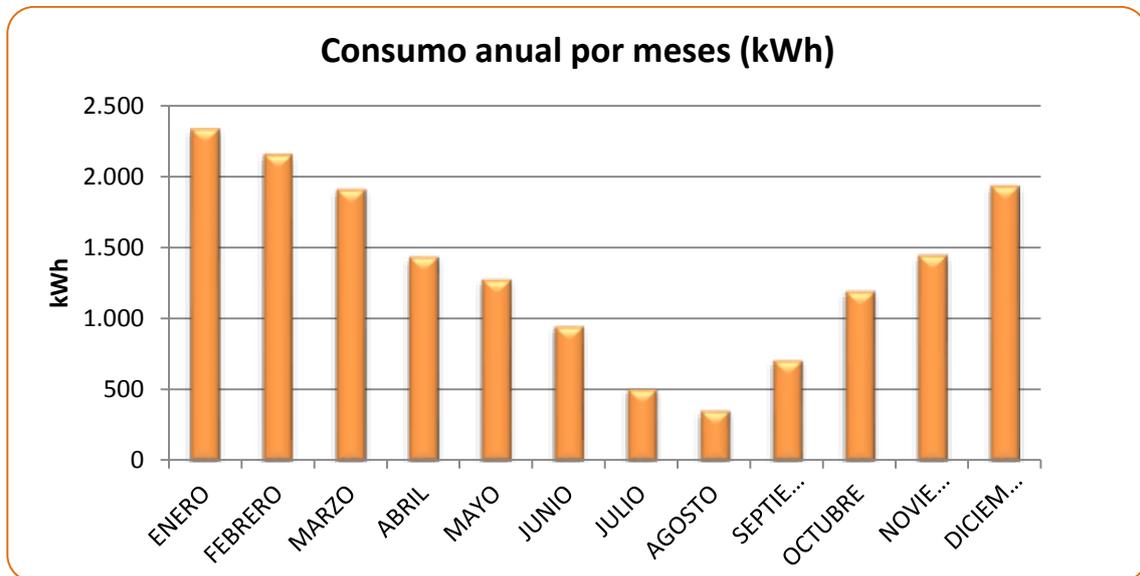


Gráfico 9 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

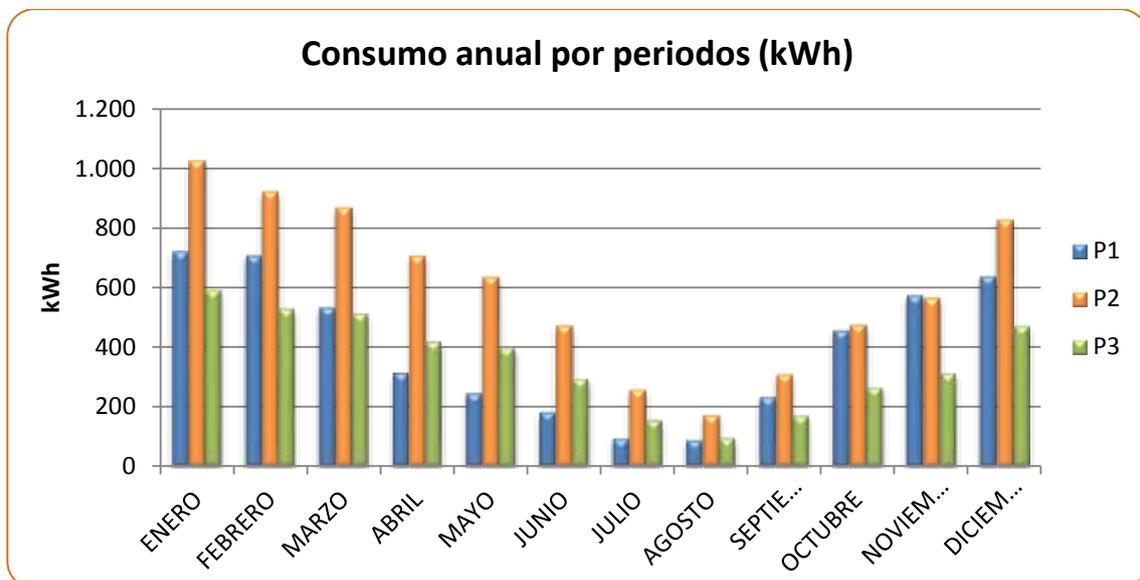


Gráfico 10 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	16.177
Total Facturación (€)	3.386,81
Media mensual de consumo (kWh/mes)	1.348
Media mensual de coste (€/mes)	282,23
Coste medio energía (€/kWh)	0,209

Tabla 12 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

## 2.2 Consumos térmicos

No existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

## 2.3 Consumos energéticos totales

	Electricidad	Combustible (PCI)	Total
Consumo (kWh/año)	16.177	-	16.177
Coste (€/año)	3.386,81	-	3.386,81

Tabla 13 Consumos energéticos anuales totales

## 2.4 Índices energéticos

Para finalizar esta revisión del estado energético de la instalación, se incluyen varios índices de eficiencia energética.

### 2.4.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido entre el 1 de Enero y el 31 de Diciembre de 2014.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	150-200
Superficie total (m <sup>2</sup> )	193,76
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	2,89
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	11,34
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	10,63
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	24,86

Tabla 14 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	16.177,00
€/kWh	0,21
kWh/m <sup>2</sup> Total	83,49
€/m <sup>2</sup> Total	17,48
kWh/persona uso	-
€/persona uso	-
Ton CO <sub>2</sub> /año	6,45
Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	33,31
Pot. Iluminación en W/m <sup>2</sup>	14,93

Tabla 15 Resumen Índices energéticos eléctricos

### 2.4.2 Índices energéticos térmicos

Tal y como se menciona en apartados anteriores no existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

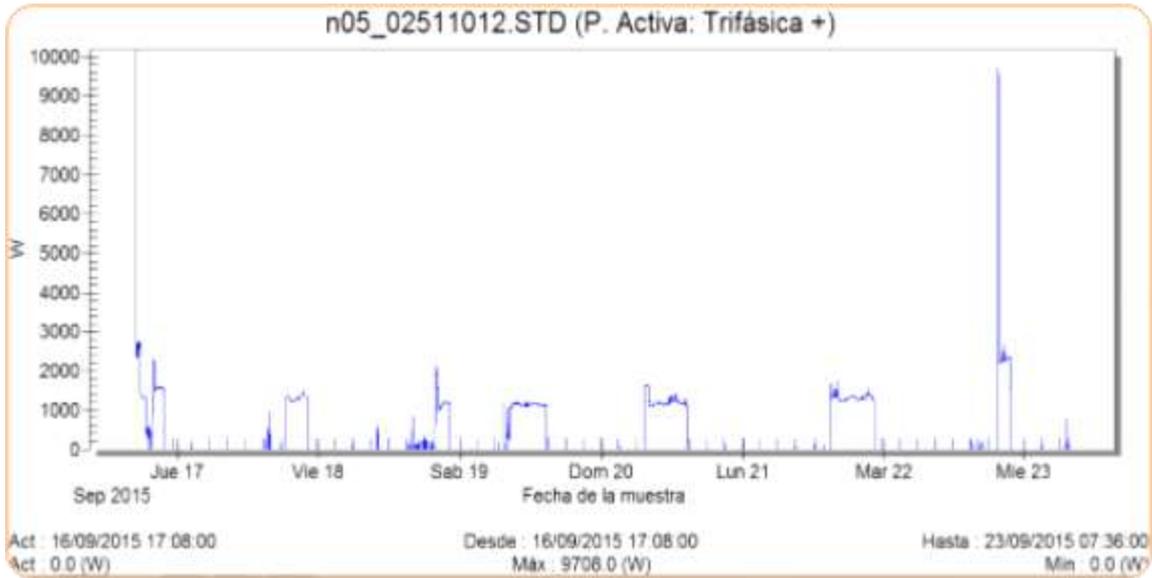


Gráfico 11 Datos de registro de potencia activa desde el 16/09/2015 al 23/09/2015

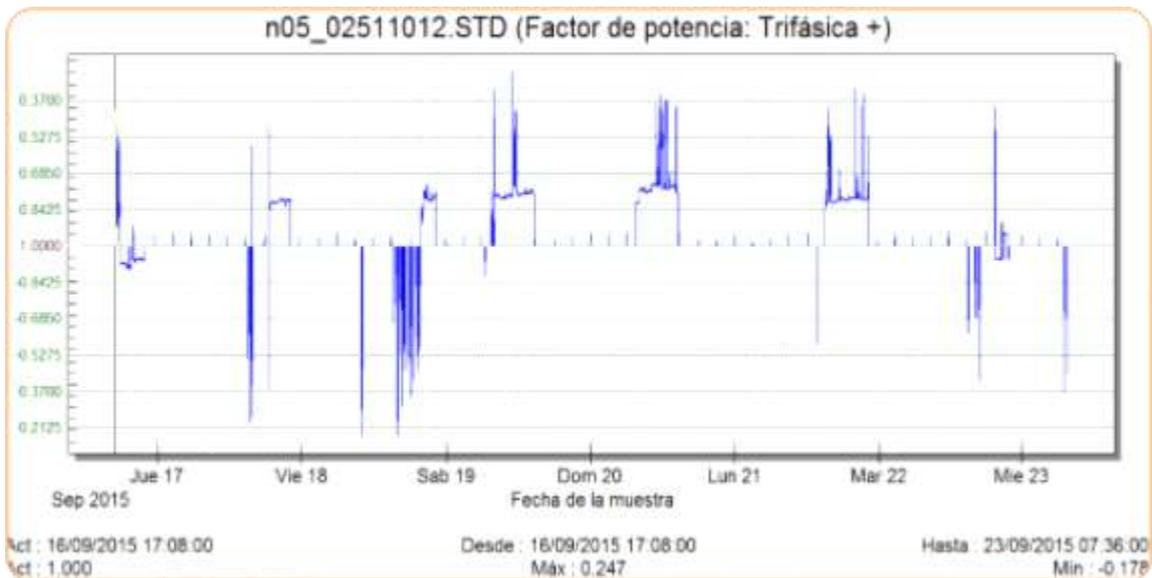
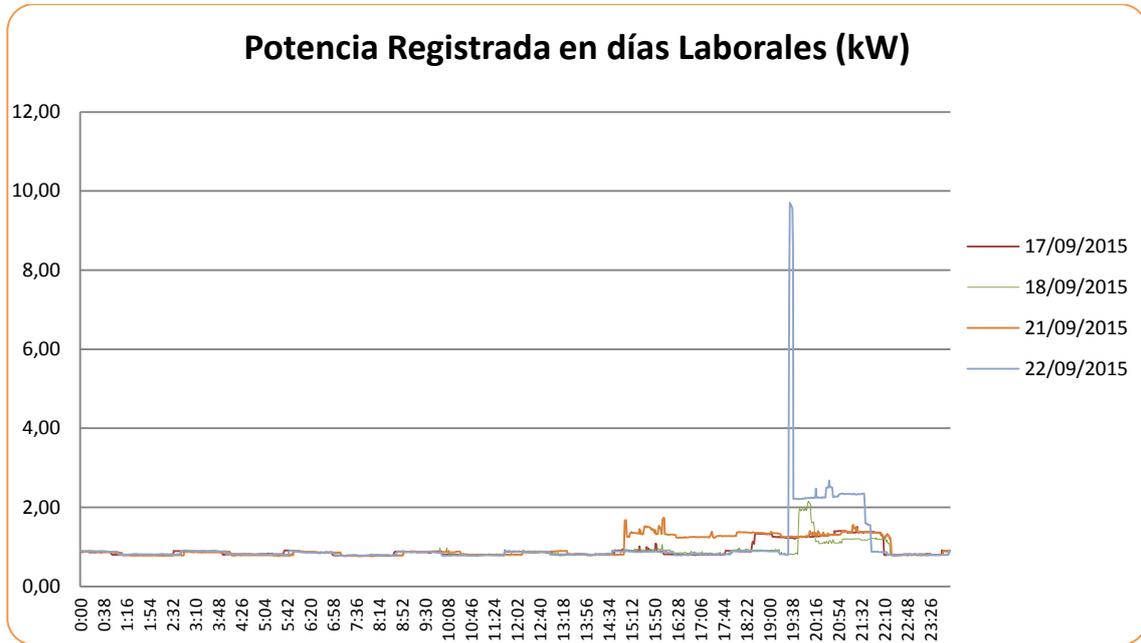
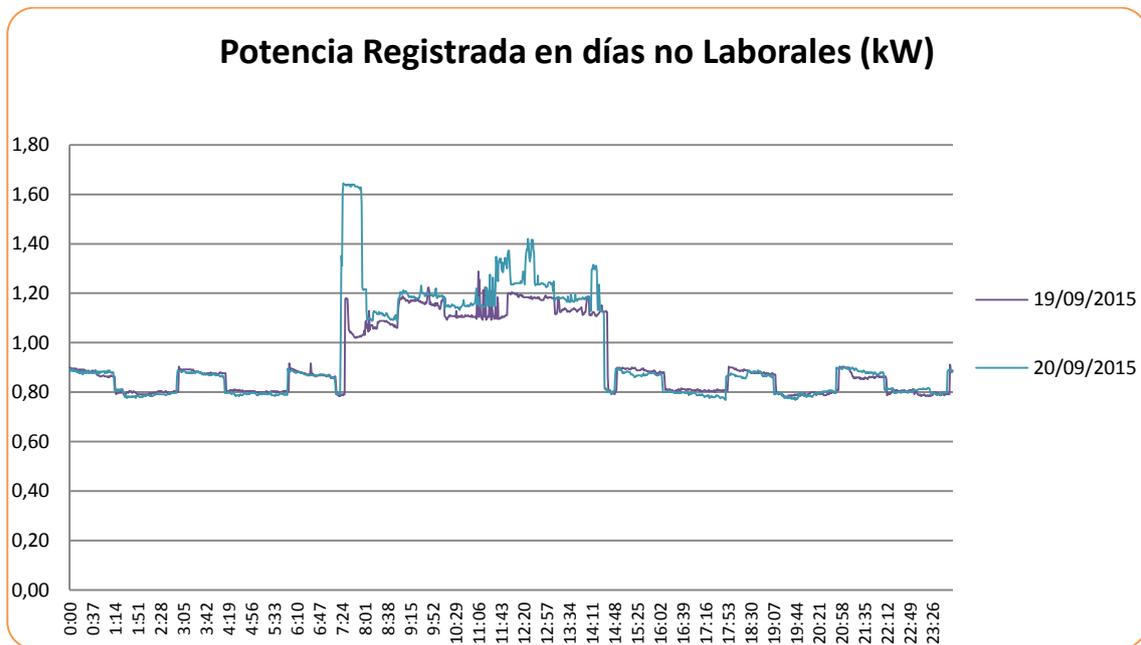


Gráfico 12 Factor de potencia trifásico registrado



*Gráfico 13 Potencia registrada en días laborales (kW)*

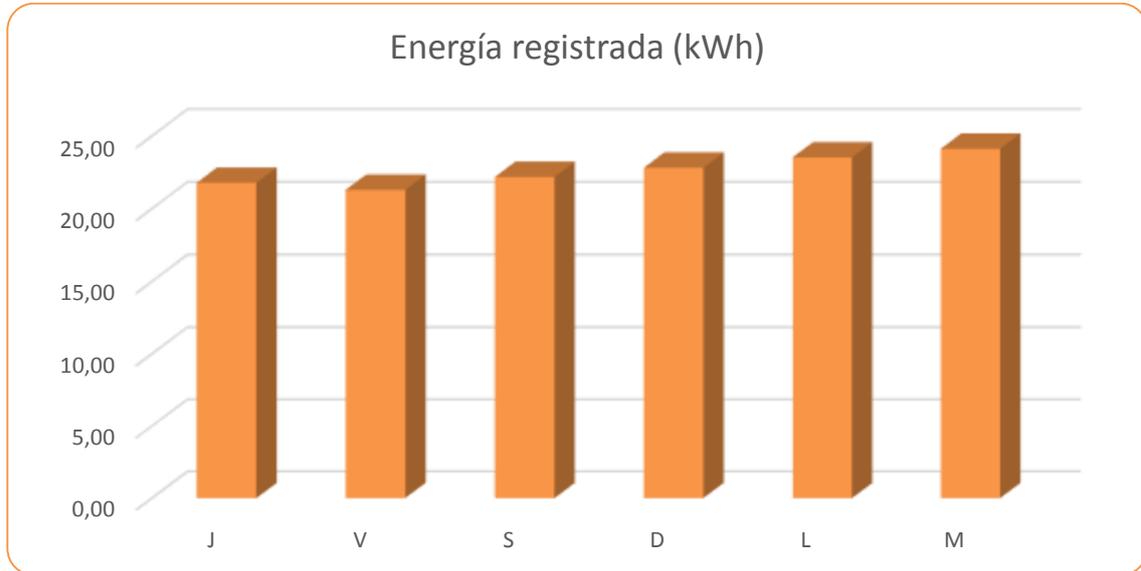


*Gráfico 14 Potencia registrada en días no laborales (kW)*

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 0,80 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días laborables son muy homogéneos con una potencia máxima de 9,58 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas.

La energía consumida durante la semana de medición se muestra en la siguiente gráfica:



*Gráfico 15 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días laborables es de 498,94 kWh y durante los días festivos de 179,98 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 678,92 kWh para el mes de septiembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en septiembre de 2014 de un 3,89% inferior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

### 3.1.2 Registros monofásicos

A continuación se muestran las gráficas que nos muestran el perfil de consumo semanal de diferentes zonas y equipos.

- **Vestuario 2**

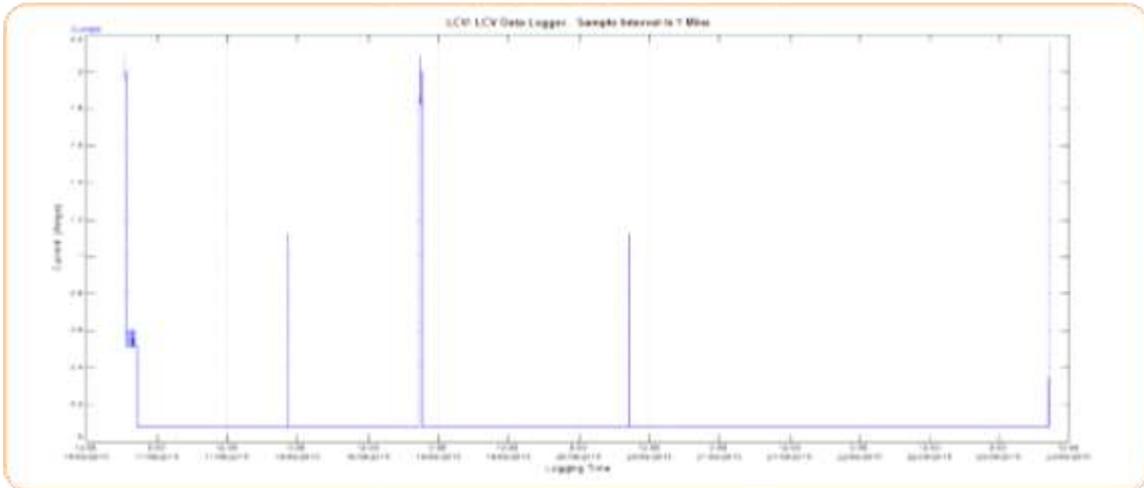


Gráfico 16 Registro de monofásico instalado en vestuario 2

- **Conserjería, pasillo, almacén y arbitro 1 y 2**

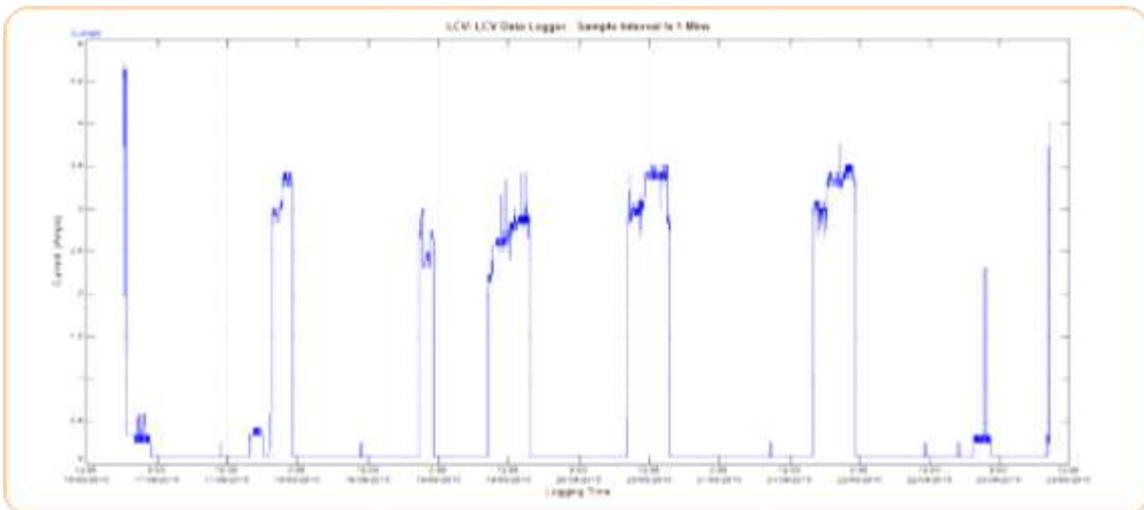
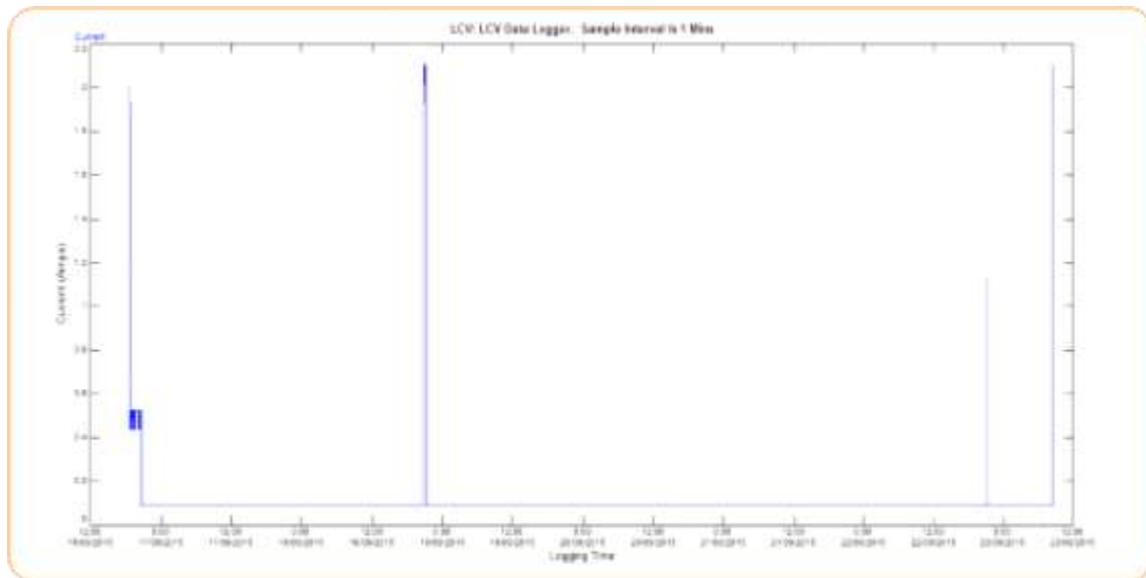


Gráfico 17 Registro de monofásico instalado en conserjería, pasillo, almacén y arbitro 1 y 2

- **Vestuario 1**



*Gráfico 18 Registro de monofásico instalado en vestuario 1*

Los registros permiten obtener un horario medio de funcionamiento de los circuitos en los que se ha realizado las mediciones, siendo éstos:

- **Vestuario 2: 0,08 h.**
- **Conserjería, pasillo, almacén y arbitro 1 y 2: 2,28 h. en días laborables y de 4,42 h. en fines de semana**
- **Vestuario 1: 0,11 h.**

### 3.2 Medida de nivel de iluminación

Para la comprobación de la eficiencia energética del sistema de iluminación de las diferentes estancias, se seguirán las directrices de cálculo marcadas por el **Código Técnico de Edificación en el documento básico HE3, Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**. Para ello se ha calculado el valor de la eficiencia de la instalación VEEI ( $W/m^2$ ) por cada 100 lx. (El procedimiento de cálculo se especifica en el Informe general de la Auditoría).

En la siguiente tabla se muestran las estancias en las que se han realizado las medidas de iluminancia. En una columna se indican los valores de la Iluminancia media resultado de la medición y en otra el valor mínimo exigido según el uso de la estancia. En la columna que muestra los valores de VEEI se muestran en rojo las zonas en las que ese valor supera al máximo.

Ubicación	Potencia (W)	Área ( $m^2$ )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Aseo Asociación de Vecinos	26,00	1,25	109,00(*)	150	19,08
Pasillo	260,00	27,23	188,00(*)	300	5,07
Aseo Conserjería	26,00	1,34	70,00(*)	150	27,72
Vestuario 1 (Aseos)	52,00	2,00	158,00	150	16,45
Aseo Señoras	60,00	10,25	97,00(*)	150	6,03

Tabla 16 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están todos por debajo de los recomendados excepto el vestuario 1 (Árbitros)

\*En este caso la iluminancia media no alcanza el valor mínimo exigido por la normativa, por lo que el valor de eficiencia energética de iluminación no se puede tomar como referencia ya que sería necesario aumentar la potencia instalada para cumplir la condición anterior.

### 3.3 Medidas térmicas

Las medidas térmicas realizadas se han centrado en el registro de temperatura y humedad en una estancia representativa del centro.

#### 3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

Al tratarse de un centro de uso deportivo donde únicamente se aporta calor para calefacción de forma puntual mediante radiadores eléctricos en la zona de vestuarios, no se ha considerado la utilización de equipos registradores de temperatura y humedad.

### 3.4 Análisis termográfico

El análisis de las diferentes termografías realizadas en el centro se incluye en el anexo correspondiente.

### 3.5 Certificación energética

Tras realizar la certificación energética del edificio se ha obtenido una calificación C

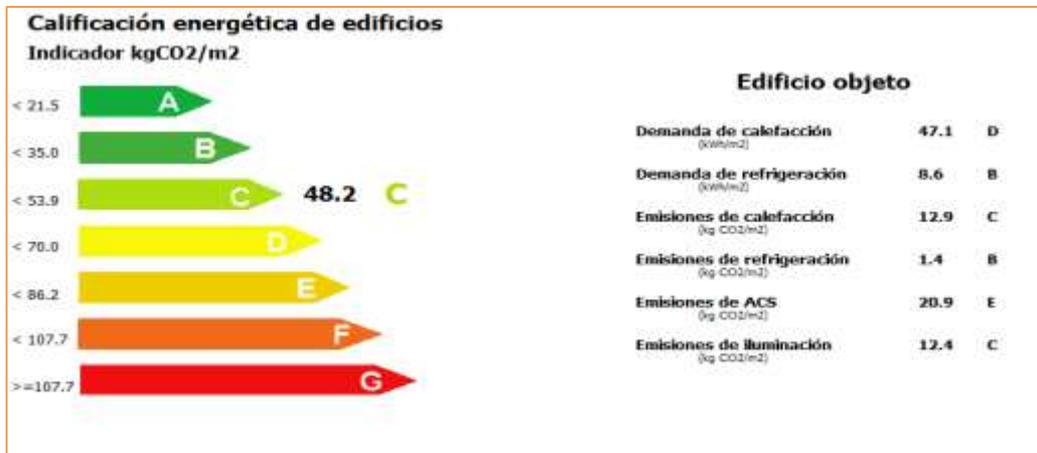


Imagen 13 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética del edificio.

#### 4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

##### 4.1 Desglose de consumos eléctricos

Tras realizar un desglose de consumos eléctricos del centro se obtiene una gráfica en la que se recoge el peso de cada uno de los principales consumos:

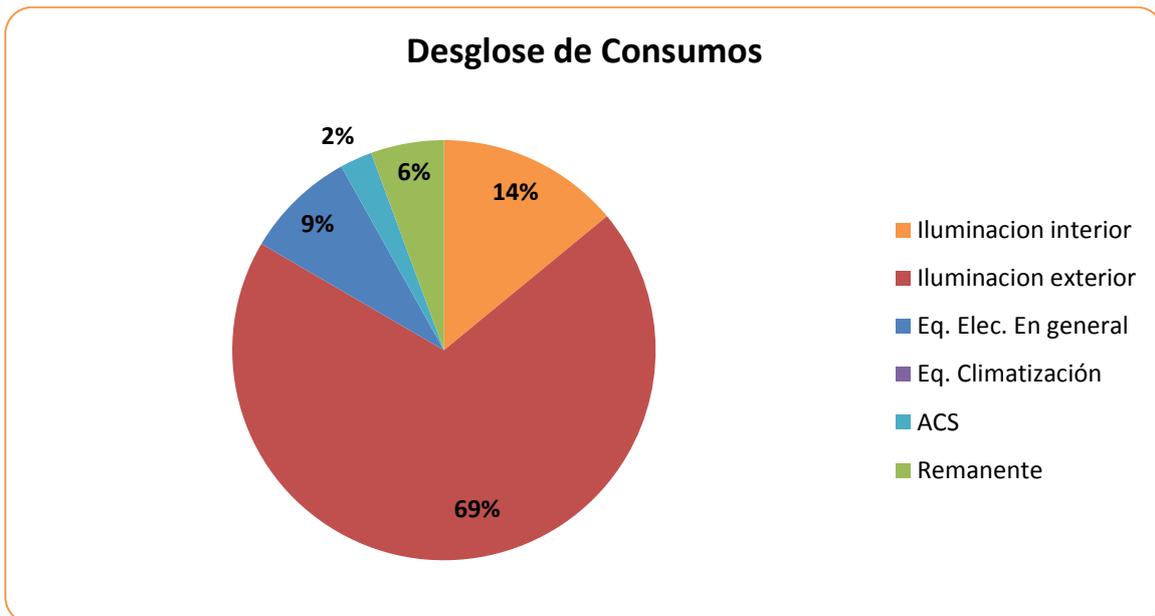


Gráfico 19 Desglose de consumos eléctricos

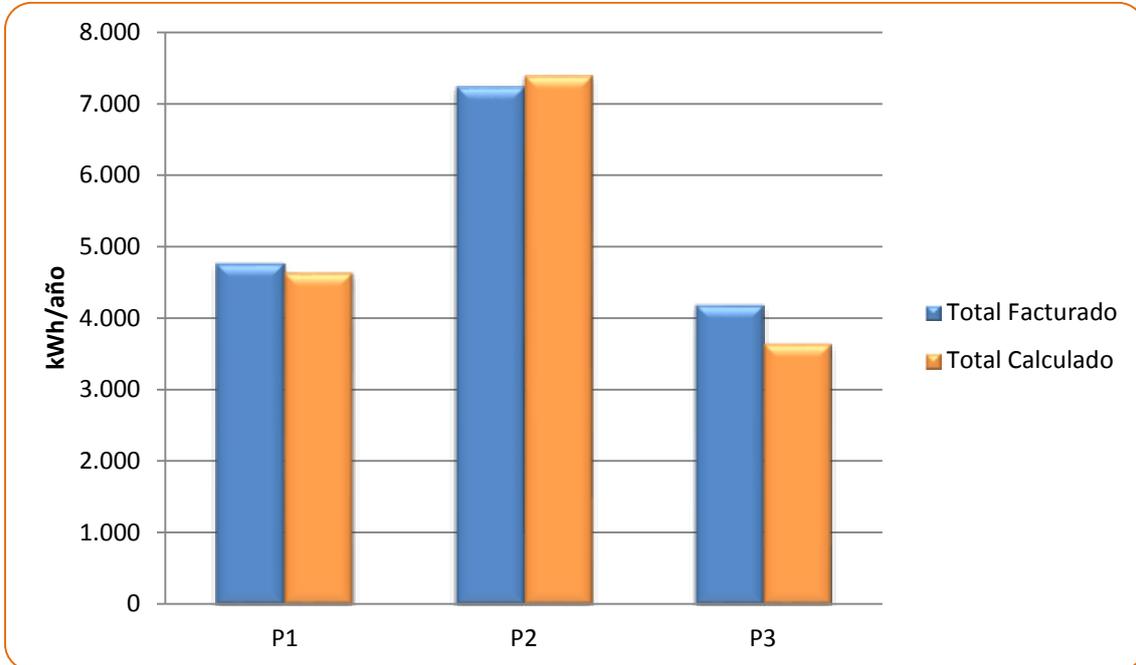
Los consumos más importantes son los referentes a la iluminación interior, equipos eléctricos y los equipos de climatización alimentados por energía eléctrica.

Por último, aparece en el gráfico un porcentaje “Remanente” que se debe, entre otras cosas, a:

- Equipos eléctricos e iluminación que se puedan quedar encendidos cuando no se están utilizando.
- Aparatos eléctricos que estén a final de su vida útil y consuman más electricidad de la requerida para su funcionamiento normal. Esto puede suceder en neveras con compresores antiguos, balastos electromagnéticos de lámparas, bombas, etc.
- Diferencia entre las horas registradas durante el estudio con los analizadores de redes para la utilización de la iluminación y los equipos eléctricos y las horas de uso a lo largo del año.

Este porcentaje se encuentra en el rango aceptable para una instalación de estas características, pero, según lo explicado anteriormente, se recomienda examinar la instalación para localizar consumos evitables y revisar ciertos comportamientos para intentar reducir en la medida de lo posible este consumo energético.

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 3%.



*Gráfico 20 Desglose de consumos por periodo*

#### 4.2 Desglose de consumos térmicos

Tal y como se menciona en apartados anteriores no existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

## 5. ACTUACIONES PROPUESTAS

### 5.1 Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED.

**Descripción actuación:** Utilización de equipos de iluminación eficaces mediante el uso de tecnología LED

#### Descripción de la mejora

Una alternativa a los tubos fluorescentes convencionales son los tubos con fuente de luz led. Este es el método más rápido y sencillo de actualizar las luminarias existentes a tecnología Led pues el tubo encaja directamente en las pantallas estándar.

Entre las ventajas de las lámparas led se encuentran:

- Ahorros de energía de casi un 50% respecto a los tubos fluorescentes convencionales.
- El encendido se produce instantáneamente al 100% de su intensidad sin parpadeos ni periodos de arranque.
- Reducción del deslumbramiento percibido.
- Larga vida media (hasta 50.000h).
- Menor coste de mantenimiento debido a su larga duración.
- Excelente mantenimiento lumínico, sin apenas degradarse por el número de encendidos.
- Tecnología limpia libre de mercurio y contaminantes.



*Imagen 14 Tubo LED*

#### Aplicación de la mejora

Se propone la sustitución de la iluminación actual por un cambio a tecnología LED

Para la evaluación económica se han considerado la sustitución de los equipos en todas las lámparas fluorescentes tubulares existentes con balasto electromagnético, seleccionando el tubo led que le corresponde en función de los lúmenes

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLIDEPORTIVO ANTONIO LORENZO CUEVAS</b>	<b>1306</b>
		<b>59</b>
		<b>Rev.07</b>

### Precio de la energía

El precio de la energía así como el número de horas de funcionamiento se ha calculado en función del desglose de consumos realizado para cada periodo. Los datos de partida para el cálculo final se muestran a continuación:

	P1	P2	P3
Condiciones de contratación de energía (€/kWh)	0,14721	0,11582	0,07950
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	23,56%	67,95%	8,49%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,01279
Horas equivalentes (h/año)	28,54

### Inversión

Al ser ésta una Auditoria en Grado de Inversión, para valorar la implantación de esta mejora se ha pedido presupuesto a los principales fabricantes de lámparas e instaladores eléctricos con el fin de calcular la inversión necesaria y obtener un valor promedio realista, en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

Con los datos anteriores se obtienen los resultados de la siguiente tabla, donde se presentan los ahorros tanto energéticos como económicos, así como la inversión necesaria y el periodo de retorno simple de la inversión.

Ahorro energético anual			Ahorro económico			Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
1.163	53,13%	7,19%	139,69 €	18,65 €	158,34 €	2.995,02 €	18,92	0,46

### Riesgo en la obtención del ahorro esperado

El principal riesgo es el debido a instalar equipos de baja calidad con una vida útil menor de la esperada o con una alta degradación con el tiempo debido a la mala disipación térmica, por lo que se recomienda el uso de equipos de fabricantes de calidad contrastada.

### 5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

**Descripción actuación:** adecuación de la potencia contratada en cada periodo de facturación

#### Descripción de la mejora

Adecuación de la potencia eléctrica contratada con la compañía eléctrica a la potencia que realmente demanda la instalación para de esa forma disminuir el valor económico del término de potencia en la facturación.

#### Aplicación de la mejora

Se ha realizado un análisis tarifario a partir de los datos de las facturas eléctricas del último año. Se observa que la potencia demandada se encuentra en varios de los periodos facturados por debajo de la potencia contratada, por lo que se considera recomendable un ajuste de dicha potencia contratada.

Las siguientes gráficas presentan las potencias medidas por el máxímetro durante cada uno de los periodos frente a la potencia actualmente contratada, y la potencia óptima que se propone.

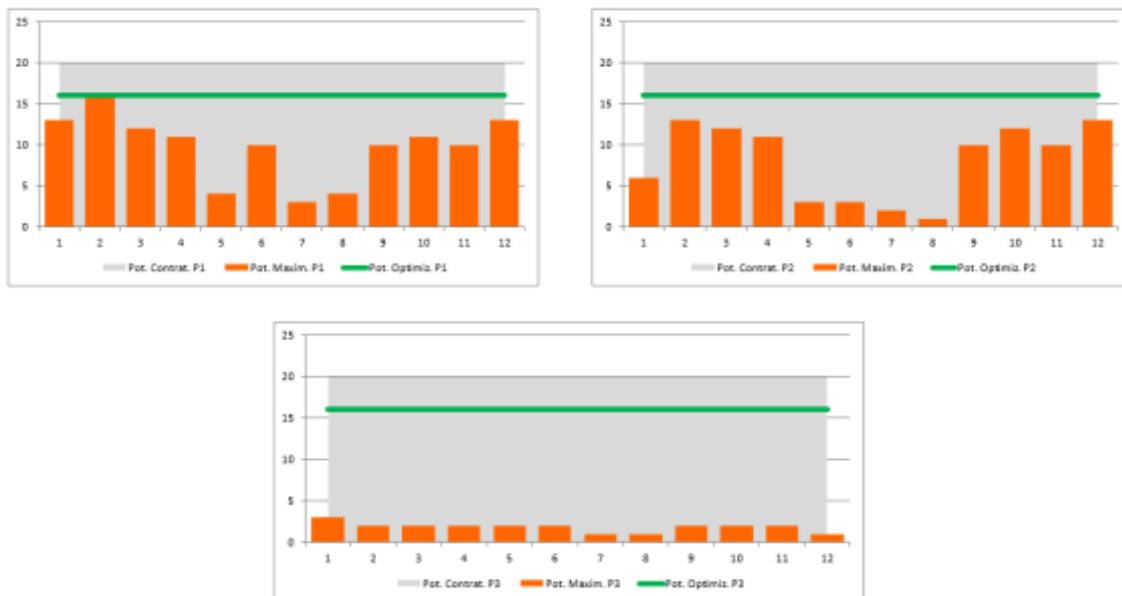


Gráfico 21 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el máxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda reducir la potencia contratada a **16 / 16 / 16 kW** para cada uno de los periodos.

Para tomar esta decisión es necesario estudiar si hay previsto un aumento o disminución de equipos que impliquen un cambio en la demanda actual. Cualquier modificación de potencia instalada o del uso actual de las instalaciones invalida esta opción, que se considera idónea en las condiciones actuales.

### Cálculo de ahorros

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia fijado en el R.D. 1454/2005 del 2 de Diciembre para los contratos del Ayuntamiento de Marbella, al que se le ha añadido el 5,1127% de impuesto de electricidad.

Tipo de tarifa	P1 (€/kW año)	P2 (€/kW año)	P3 (€/kW año)
3.0 A	42,81	25,69	17,12

La inversión de la medida puede considerarse prácticamente nula, ya que las comercializadoras eléctricas cobran una cantidad media inferior a los 20€ por la realización de las gestiones.

### Ahorros económicos

POT CONTRATADA			POTENCIA RECOMENDADA			Ahorro económico €/año
P1	P2	P3	P1	P2	P3	
20	20	20	16	16	16	283,23 €

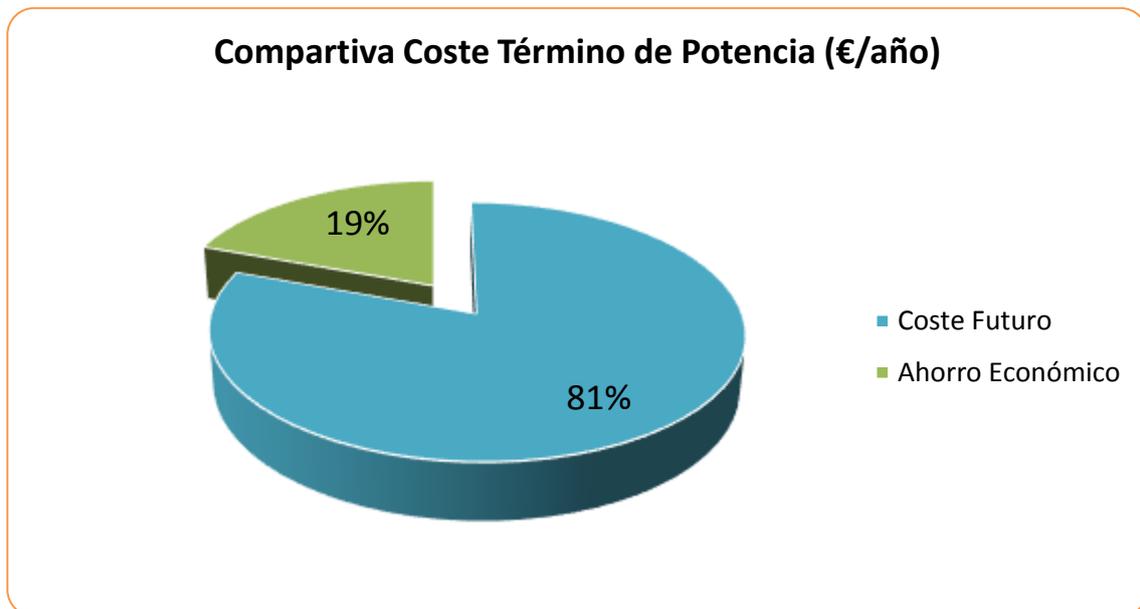


Gráfico 22 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

### Riesgo técnico

Esta medida no presenta ningún riesgo técnico para su aplicación siempre que las condiciones de uso y de equipos instalados se mantengan.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLIDEPORTIVO ANTONIO LORENZO CUEVAS</b>	1306
		59
		Rev.07

## 6. MEJORAS RECOMENDADAS

### 6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

**Descripción actuación:** Instalación de detectores de presencia en estancias de uso intermitente. Aprovechamiento de la luz natural mediante la utilización de sensores de luz

#### Descripción de la medida

**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.



Imagen 15 Detectores de presencia

Concretando, algunas de las ventajas de estos interruptores de proximidad son:

- Ahorro de energía y disminución del gasto como consecuencia de una mejora en el control de la instalación de la luz.
- En grandes superficies reducen la necesidad de supervisión de los locales, dedicación de personas al control del alumbrado y resulta más fiable.
- Como la inversión para adquirir e instalar estos detectores no es muy alta, rápidamente se rentabiliza su compra.
- Pueden aplicarse al control de cualquier otra instalación energética susceptible de ser independizada por locales, como la calefacción, el aire acondicionado, etc.
- Mínimo mantenimiento.

Las modernas soluciones en el campo de la iluminación tienen en cuenta la aportación de luz natural en las instalaciones con la intención de ahorrar energía y a la vez costes de explotación. 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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLIDEPORTIVO ANTONIO LORENZO CUEVAS</b>	<b>1306</b>
		<b>59</b>
		<b>Rev.07</b>

regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido en la sala. Con ello no sólo se puede ahorrar energía en los días soleados, sino que también se puede aprovechar la luz diurna en los días nublados.

El sensor se debe montar sobre una superficie de referencia (por ejemplo un escritorio), de forma que reciba fácilmente la luz reflejada en la superficie (luz que será mezcla de luz artificial y luz natural). Se debe evitar una iluminación directa de la luz del sol o de posibles reflejos muy intensos de la luz de sol (como por ejemplo, desde el alféizar de la ventana) ya que se pueden dar desviaciones en la regulación. Por la misma razón se debe de respetar una distancia adecuada.

#### Aplicación de la mejora

Para el cumplimiento del documento HE3 “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” del CTE, es necesario disponer de sistemas de regulación y control de la iluminación interior que cumplan las siguientes condiciones:

- Sistemas de detección de presencia o sistemas de temporización en zonas de uso esporádico.
- Sistemas de aprovechamiento de luz natural que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural.

#### Ahorro energético

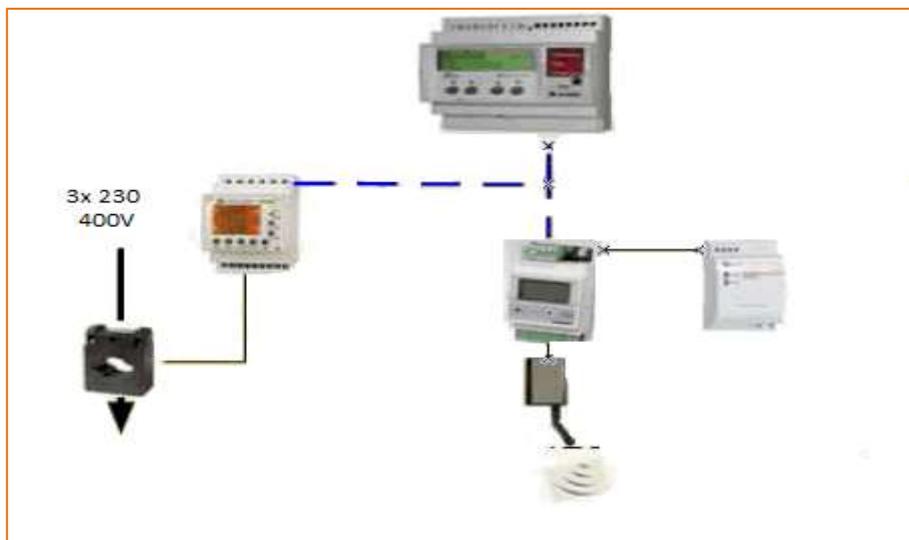
El potencial de ahorro con la utilización de sistemas de gestión de iluminación, como pueden ser sensores de luz, es de hasta un 60% del consumo de iluminación de las zonas controladas.

## 6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control

### Descripción de la mejora

Se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo térmico y eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como para el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación. Es una forma de facilitar la gestión por parte de la Empresa de Servicios Energéticos y el control por parte del Ayuntamiento.

El sistema contará con un gestor energético que será el eje sobre el que se montará el sistema de monitorización y control, el cual debe contar con un servidor web y XML integrado, además de un pequeño SCADA integrado que permitirá algunas acciones de control y programación del módulo, con comunicación mediante protocolo abierto (RS485 Modbus o similar) para la colección de datos y entradas digitales para otras señales como contadores de pulsos o señales de estado.



*Imagen 16 Esquema de sistema de monitorización*

El equipo permitirá la comunicación con el sistema de control, gestión de datos y operación superior a través de Ethernet o, en caso de no haber conexión, vía 3G que comunicaría a través de la red telefónica, por lo que es imprescindible que los protocolos de comunicación estén perfectamente definidos y sean abiertos. El sistema debe ser escalable, de forma que, en un futuro, se puedan ampliar el número de puntos de control o instalar sistemas compatibles de control específico adicionales.

### Aplicación de la mejora

Los parámetros mínimos a controlar serán la acometida eléctrica principal, el consumo eléctrico y térmico de la sala de calderas, en caso de existir, y dos sondas de temperatura ambiente en zonas significativas del edificio. Por lo tanto, al gestor energético irán conectados los diversos analizadores de redes que tomarán los datos de la instalación. Siempre que fuera posible, los datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLIDEPORTIVO ANTONIO LORENZO CUEVAS</b>	<b>1306</b>
		<b>59</b>
		<b>Rev.07</b>

directamente a este equipo a través de cable. En cualquier otro caso se hará la comunicación a través de equipos inalámbricos que se comunicarán con un concentrador de señales que irá conectado al gestor energético.

Se contemplará la posibilidad de incorporar un autómata para soluciones más complejas de control, como apagado y rearmado de interruptores en el cuadro principal, control de sistemas de calefacción y climatización a través de las temperaturas en aquellos equipos que lo permitan.

### Beneficios de la instalación

Los beneficios de la implantación de este sistema incluyen el control en tiempo real, la configuración de alarmas para consumos excesivos o no deseados, la elaboración de curvas de carga del edificio, el control de facturación, la posibilidad telegestión de los puntos más importantes de la instalación y la disponibilidad de datos necesarios para la detección de ineficiencias y elaboración de estrategias de explotación acordes con la filosofía de eficiencia energética.

### Inversión

Al tratarse de una auditoria en grado de inversión, para el cálculo de la inversión necesaria para la aplicación de esta mejora se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de sistemas de monitorización y control para establecer un valor promedio realista en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

El coste de implantación de este sistema dependerá de las variables a controlar con un coste económico mínimo estimado de 1.500 €.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLIDEPORTIVO ANTONIO LORENZO CUEVAS</b>	1306
		59
		Rev.07

## 7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

### 7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación ya que, tal y como se describe en apartados anteriores, el centro cuenta actualmente con una instalación solar térmica como contribución de energías renovables para la producción de ACS.

### 7.2 Biomasa

La producción térmica para la calefacción del centro se realiza de forma puntual mediante dos radiadores portátiles con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica y la producción de calor para el agua caliente sanitaria de los vestuarios consta de una contribución de energías renovables mediante la instalación solar térmica. Por lo tanto, no se considera la implantación de la biomasa.

### 7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

La incertidumbre existente actualmente en España en relación a la regulación de la generación eléctrica mediante fuentes renovables y el nuevo sistema de retribución basado en un precio de mercado más unos incentivos variables en base a diferentes tipologías de instalaciones, ha dejado prácticamente como única alternativa viable la instalación fotovoltaica de autoconsumo con inyección cero a la red, donde los excedentes producidos en lugar de verterlos a la red, se limitan.

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo de estas características se encuentran los siguientes:

- Curva de carga del edificio continua y uniforme durante la mayor parte de los días del año.
- Espacio disponible para la ubicación de los módulos fotovoltaicos.

En este caso, al no existir en el centro una demanda eléctrica estable durante todos los días del año, la implantación de un sistema de energía solar fotovoltaico de este tipo llevaría asociado un periodo de retorno muy elevado. Por este motivo no se aconseja la implantación de energía solar fotovoltaica en este centro.

## 8. RESUMEN

A continuación se presenta una tabla resumen incluyendo todos los ahorros e inversiones asociadas a la implantación de las mejoras propuestas en esta auditoría:

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
	kWh	% <sup>1</sup>	€/año	€ <sup>2</sup>	años	Ton/año
Sustitución de iluminación por Tecnología LED	1.163	53,13%	158,34 €	2.995,02 €	18,92	0,46
Ajuste de potencia eléctrica contratada	-	-	283,23 €	-	-	-
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	<b>1.163</b>	<b>-</b>	<b>441,57 €</b>	<b>2.995,02 €</b>	<b>6,78</b>	<b>0,46</b>

Tabla 17 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

La implantación de todas las actuaciones permitiría unos **ahorros económicos de 441,57 €/año** con un periodo de retorno de la inversión de aproximadamente **6,78 años**.

Entre las **mejoras recomendadas** se pueden enumerar:

- En el marco de la integración actual de las soluciones TIC asociadas a la gestión y control de consumos de edificios, se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo tanto térmico como eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación.

<sup>1</sup> Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

<sup>2</sup> Todos los precios son sin IVA