






## INFORME

### AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(Centro de Alto Rendimiento)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_73_20151103

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 Envolverte y cerramientos.....	4
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	5
1.4.1 Sala de calderas - Producción de calor.....	6
1.4.2 Producción de ACS .....	8
1.4.3 Producción de frío y calor para climatización .....	9
1.4.4 Unidades Terminales.....	12
1.5 Iluminación.....	16
1.5.1 Iluminación interior.....	17
1.5.2 Iluminación exterior .....	18
1.5.3 Sistemas de control .....	18
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	19
1.6 Otros equipos.....	19
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	20
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>21</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	21
2.2 Consumos térmicos.....	24
2.3 Consumos energéticos totales .....	24
2.4 Índices energéticos.....	24
2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....	24
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	24
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS.....</b>	<b>25</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	25
3.1.1 Registros trifásicos .....	25
3.1.2 Registros monofásicos.....	29
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	31
3.3 Medidas térmicas.....	31
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....	31
3.4 Análisis termográfico.....	34
3.5 Certificación energética .....	34
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>35</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

4.1	Desglose de consumos eléctricos.....	35
4.2	Desglose de consumos térmicos .....	36
4.3	Contribución de energías renovables .....	36
<b>5.</b>	<b>ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>37</b>
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED .....	37
5.1	Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....	39
5.2	Instalación de batería de condensadores .....	41
<b>6.</b>	<b>MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>43</b>
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	43
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	45
<b>7.</b>	<b>PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>47</b>
7.1	Aerotermia para la generación térmica de ACS.....	47
7.2	Energía solar térmica.....	51
7.3	Biomasa .....	51
7.4	Fotovoltaica - Autoconsumo .....	52
<b>8.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>53</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Centro especializado en técnica deportiva de gimnasia rítmica (Centro de Alto Rendimiento)
Dirección	Avenida Maíz Viñals s/n
Tipo de edificio	Centro Deportivo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Susana Díaz (680 423 659)
Número de edificios	1

*Tabla 1 Resumen datos generales*

Las instalaciones del **Centro de Alto Rendimiento** que se han auditado se encuentran situadas en la **Avenida Maíz Viñals s/n** en la localidad de **Marbella**.



*Imagen 1 Vista general del Centro de Alto Rendimiento*



*Imagen 2. Vista aérea del Centro de Alto Rendimiento*

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida. m2	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	2	1317	525	09:00-22:00	1997	2011	Equipos nuevos de climatización

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Recepción	1	09:00-22:00	Administrativo
Sala de gimnasia rítmica	200	09:00-22:00	Deportivo
Sala de aerobic	15	16:00-22:00	Deportivo
(Monitoras)	6	-	-

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	Planta 1	Sup. Total (m²)
Aseos	46	--	46
Deportivo	1.055	141	1.196
Usos múltiples	51	--	51
Zonas comunes	24	--	24
Sup. Total (m²)	1.176	141	1.317

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 aulas abarca el 45% 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 16%.

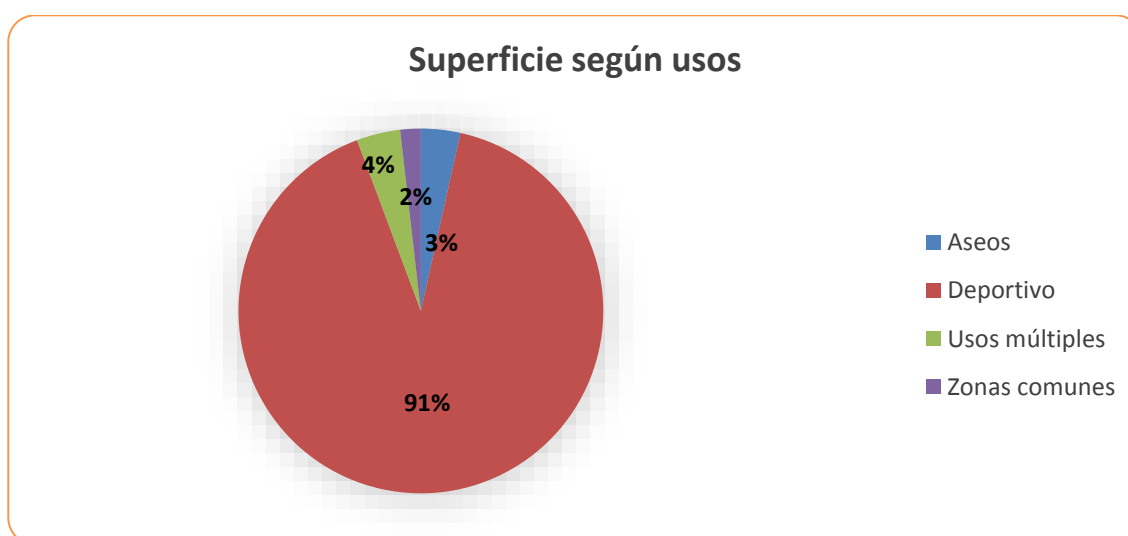
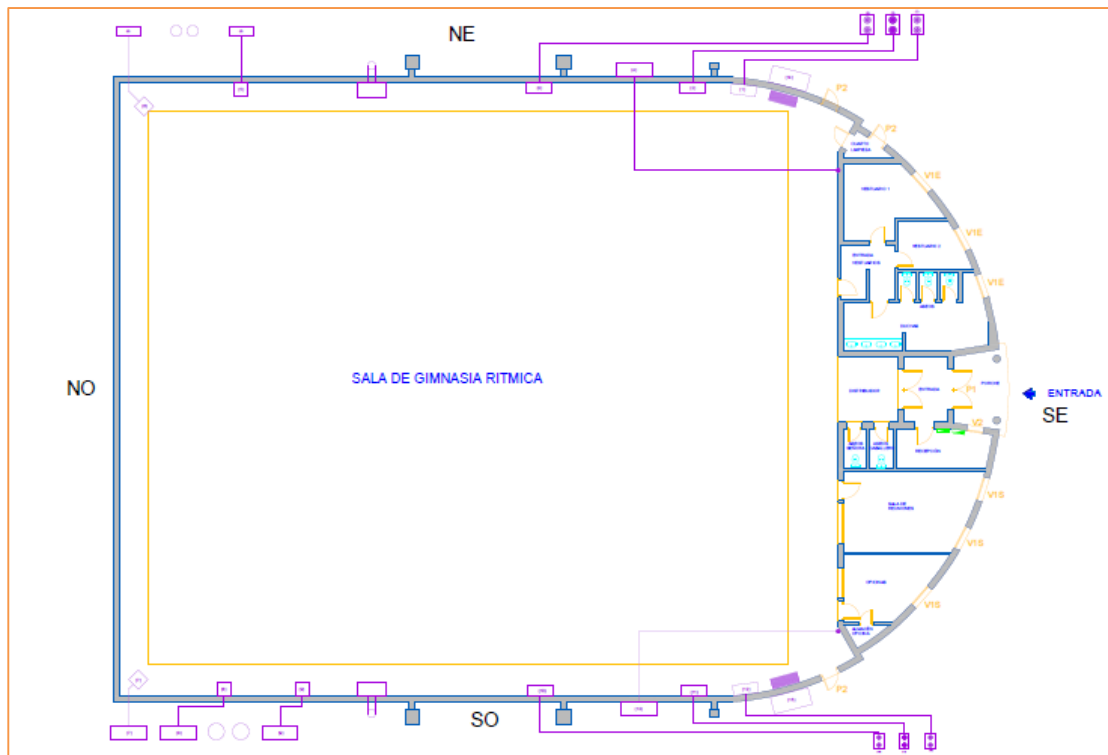


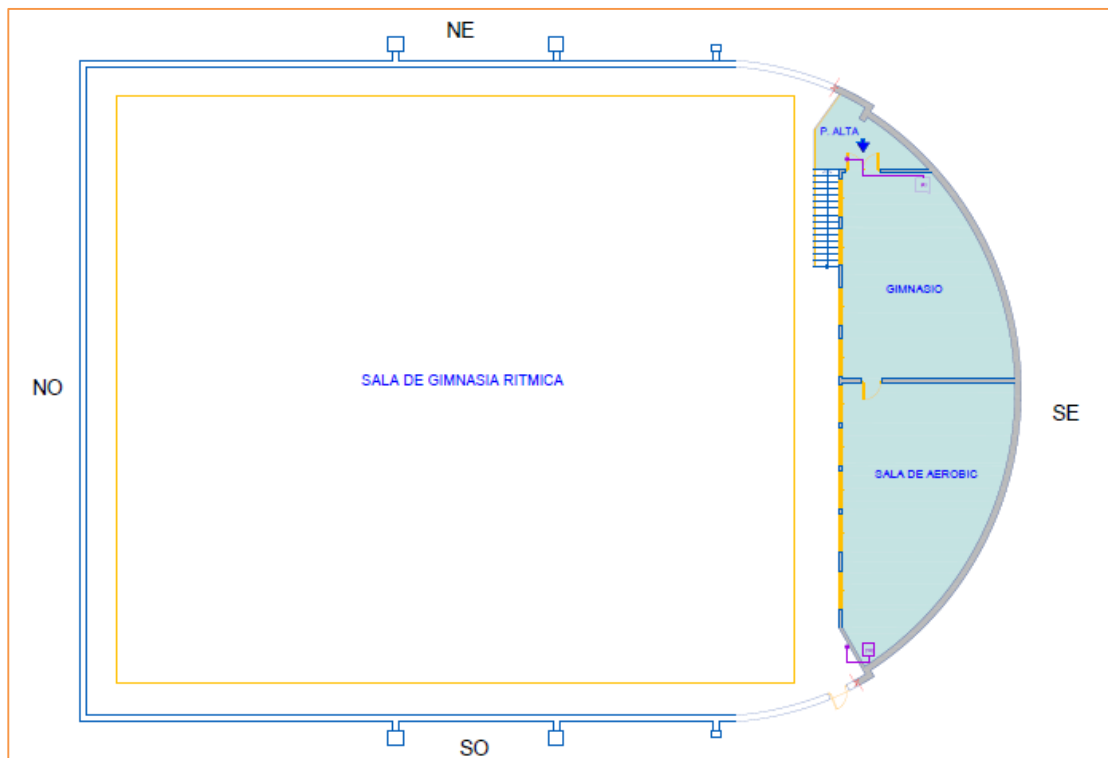
Gráfico 1 Superficie según Usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		73
	CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO		Rev.07


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



Plano 1 Planta Baja



Plano 2 Planta Primera

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

### 1.3 Envoltente y cerramientos

En 1977 el gobierno decidió crear un marco unificado para toda la normativa relacionada con la edificación; es así como las normas MV se transformaron en las Normas Básicas de la Edificación (NBE).

Como desarrollo operativo de dichas normas, se elaboraron las Normas Tecnológicas de la Edificación, con especificaciones sin carácter de obligado cumplimiento.

Las normas que regulaban la envoltente térmica y los cerramientos eran:

NBE CA: Condiciones acústicas.

NBE CPI: Protección contra incendios.

NBE CT: Condiciones térmicas.

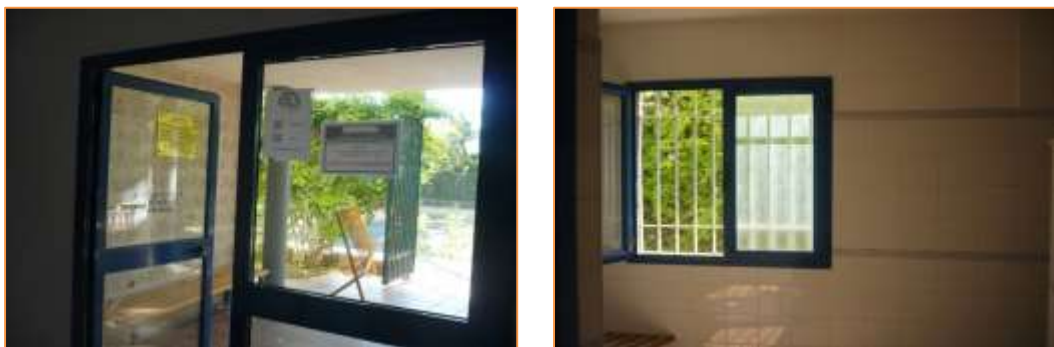
NBE FL: Muros resistentes de fábrica.

NBE QB: Impermeabilización de cubiertas.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 1997; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

El Centro de Alto Rendimiento es un polideportivo de 1317m<sup>2</sup> útiles, que se dividen en el edificio como tal y una gran pista cubierta por una carpa. Dicho complejo se construyó en 1997. En 2003 debido a un temporal en la ciudad, se tuvo que reconstruir la carpa con motivo de los daños sufridos

En las siguientes imágenes se puede ver los diferentes tipos de carpintería existentes:



*Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

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

La climatización de este centro, tanto el servicio de calefacción como el de refrigeración, se lleva a cabo mediante sistemas tipo bomba de calor de expansión directa con unidades exteriores ubicadas en fachada y unidades interiores de consola. Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

El antiguo sistema de climatización del centro lo componían cuatro calderas que actualmente se encuentran fuera de servicio.

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 se lleva a cabo de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo.



#### 1.4.1 Sala de calderas - Producción de calor

A continuación se describen las características de los equipos generadores de calor existentes en el centro, a pesar de encontrarse fuera de servicio:

Nº generador	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Generador	Caldera	Caldera	Caldera	Caldera
Zona de tratamiento	Sala de gimnasia rítmica	Sala de gimnasia rítmica	Sala de gimnasia rítmica	Sala de gimnasia rítmica
Servicio	Calefacción	Calefacción	Calefacción	Calefacción
Combustible	Gasóleo C	Gasóleo C	Gasóleo C	Gasóleo C
Tipo	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar
Marca	-	-	Clima	Clima
Modelo	-	-	CIV 100	CIV 101
Año de instalación	1997	1997	2001	2001
Potencia útil nominal (kWt)	-	-	93,00	93,00
Tipo quemador	Atmosférico	Atmosférico	Sobrepresión	Sobrepresión
Marca quemador	-	-	CUENOD	CUENOD
Modelo	-	-	NC12	NC12
Año instalación quemador	-	-	2001	2001
Observaciones	Fuera de servicio.	Fuera de servicio.	Fuera de servicio.	Fuera de servicio.

*Tabla 5 Características central de producción de calor*

Las imágenes de las calderas se muestran a continuación:



*Imagen 4 Sala de calderas – Caldera tipo 1*



*Imagen 5 Sala de calderas – Caldera tipo 2*



*Imagen 6 Sala de calderas – Caldera tipo 3*



*Imagen 7 Sala de calderas – Caldera tipo 4*

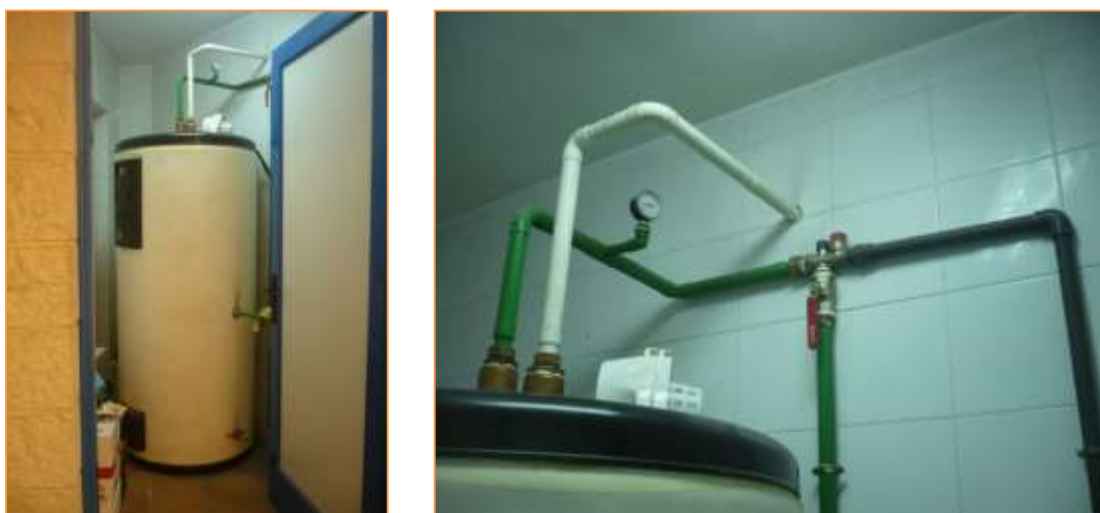
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

#### 1.4.2 Producción de ACS

A continuación se resumen las características del termo-acumulador eléctrico instalado en el centro para producción-acumulación de ACS de forma local y ubicado en las proximidades del punto de consumo:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio principal	0	Cuarto de limpieza	4,50	500	En servicio

*Tabla 6 Características producción-acumulación local de ACS*



*Imagen 8 Termo acumulador eléctrico – Cuarto de limpieza*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

### 1.4.3 Producción de frío y calor para climatización

A continuación se resumen las tipologías de equipos para la climatización de las diferentes estancias del centro:

Nº generador	1	2	3	4
Generador	Sistema autónomo de expansión directa - Unidad exterior - Split	Sistema autónomo de expansión directa - Unidad exterior - Split	Sistema autónomo de expansión directa - Unidad exterior - Split	Sistema autónomo de expansión directa - Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada NE	Fachada SO	Fachada NE	Fachada NE
Zona de tratamiento	Sala de gimnasia rítmica	Sala de gimnasia rítmica	Gimnasio	Sala de gimnasia rítmica
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	LG	LG	LG	LG
Modelo	P08AH UFO	P08AH UFO	P05AH UTO	P05AH UTO
Refrigerante	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>
Año de instalación	<b>2011</b>	<b>2011</b>	<b>2011</b>	<b>2011</b>
P. Frigorífica (kW)	<b>21,10</b>	<b>21,10</b>	<b>13,48</b>	<b>13,48</b>
Pot. Abs. Frío (kW)	8,80	8,80	5,30	5,30
EER	<b>2,40</b>	<b>2,40</b>	<b>2,54</b>	<b>2,54</b>
Pot. Calorífica (kW)	<b>25,79</b>	<b>25,79</b>	<b>14,06</b>	<b>14,06</b>
Pot. Abs. Calor (kW)	8,20	8,20	5,00	5,00
COP	<b>3,15</b>	<b>3,15</b>	<b>2,81</b>	<b>2,81</b>
Nº de equipos	3,00	3,00	1,00	2,00
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	-
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	-
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	-
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	-
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
Horario funcionam (mañana)	Variable	Variable	Variable	Variable
Horario funcionam. (tarde)	Variable	Variable	Variable	Variable
Sistema de gestión centralizado	Si	Si	Si	Si
Control encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

Tabla 7 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

Nº generador	5	6
Generador	Sistema autónomo de expansión directa - Unidad exterior - Split	Sistema autónomo de expansión directa - Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0
Ubicación equipo	Fachada SO	Fachada SO
Zona de tratamiento	Sala de gimnasia rítmica	Sala de aeróbic
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	LG	LG
Modelo	P05AH UTO	P05AH UTO
Refrigerante	R410a	R410a
Año de instalación	2011	2011
Potencia Frigorífica (kW)	13,48	13,48
Potencia Absorbida Frío (kW)	5,30	5,30
EER	2,54	2,54
Potencia Calorífica (kW)	14,06	14,06
Potencia Absorbida Calor (kW)	5,00	5,00
COP	2,81	2,81
Número de equipos	3,00	1,00
días/semana	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	Variable	Variable
horario funcionamiento (tarde)	Variable	Variable
Sistema de gestión centralizado	Si	Si
Control - encendido / apagado	Manual	Manual
Observaciones	Uno fuera de servicio	-

*Tabla 8 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización*



*Imagen 9 Equipos de producción de frío y calor para climatización – LG P08AH UTO*



*Imagen 10 Equipos de producción de frío y calor para climatización – LG P05AH UTO*

A continuación se resumen la potencia térmica total instalada en el centro para este tipo de equipos:

<b>Calefacción</b>	<b>253,16 kW</b>
<b>Refrigeración</b>	<b>220,96 kW</b>

*Tabla 9 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

#### 1.4.4 Unidades Terminales

A continuación se resumen las características técnicas de las diferentes unidades de tratamiento de que consta el centro para cubrir las necesidades de calefacción y refrigeración por zonas:

##### Unidades interiores – Expansión directa

El centro consta de unidades interiores del tipo suelo como elementos destinados al tratamiento de calefacción y refrigeración de las diferentes estancias a las que dan servicio. Dichas unidades funcionan en combinación con las unidades exteriores (sistemas tipo split 1x1), como parte fundamental de los sistemas autónomos de climatización tipo bomba de calor de expansión directa descritos anteriormente.

Característica	1	2	3	4
Unidad terminal	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split
Tipo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split
Planta	0	0	1	1
Zona de tratamiento	Sala de gimnasia rítmica	Sala de gimnasia rítmica	Gimnasio	Sala de aerobic
Marca	LG	LG	LG	LG
Modelo	P08AH NFO	P05AH NT0	P05AH NT0	P05AH NT0
Cantidad	6	5	1	1
Alimentación	-	-	-	-
Batería calor	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	25,79	14,06	14,06	14,06
Batería frío	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	21,10	13,48	13,48	13,48
Pot. Abs. (kW)	5,00	4,00	4,00	4,00
Regulación	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica
Tipo control	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario
Observaciones	3 y 10 Fuera de servicio	6 y 7 Fuera de servicio	-	-

Tabla 10 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas





*Imagen 11 Tipología de **unidades interiores** instaladas - Unidad interior- -Split tipo suelo - LG P08AH UFO*



*Imagen 12 Tipología de **unidades interiores** instaladas – Unidad interior- -Split tipo suelo - LG P05AH UTO*



La distribución de potencia calorífica instalada por zonas es la siguiente:

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Deportivo	1.196,00	67,97	56,83
Total	1.196,00	67,97	56,83

Tabla 11 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia calorífica instalada por zonas y superficie calefactada en el centro:



Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

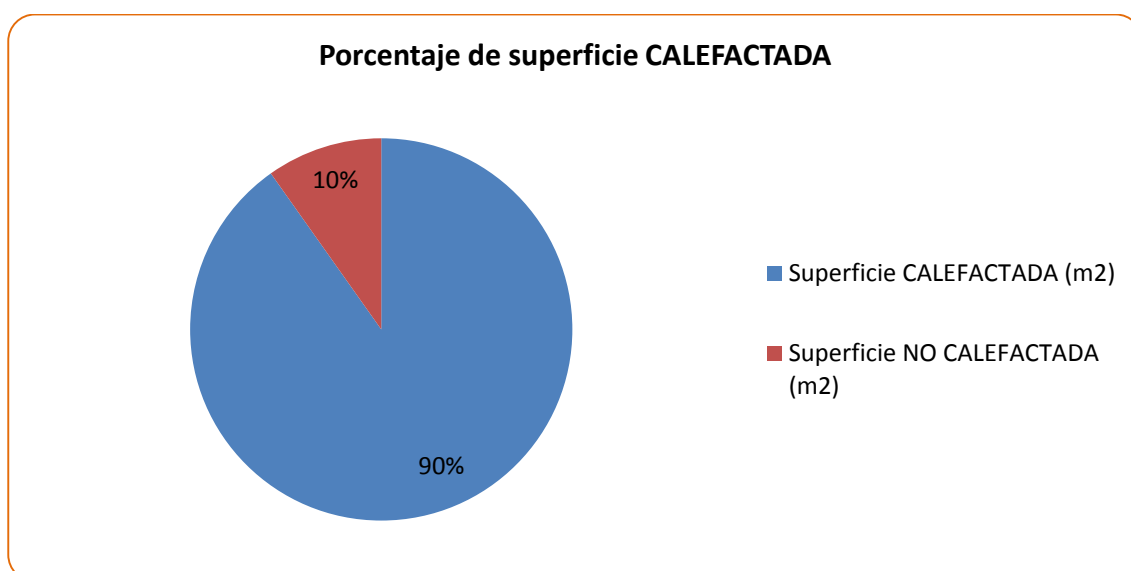


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

La distribución de potencia de frío instalada por zonas es la siguiente:

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Deportivo	1.196,00	61,54	51,45
Total	1.196,00	61,54	51,45

Tabla 12 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia frigorífica instalada por zonas y superficie refrigerada en el centro:

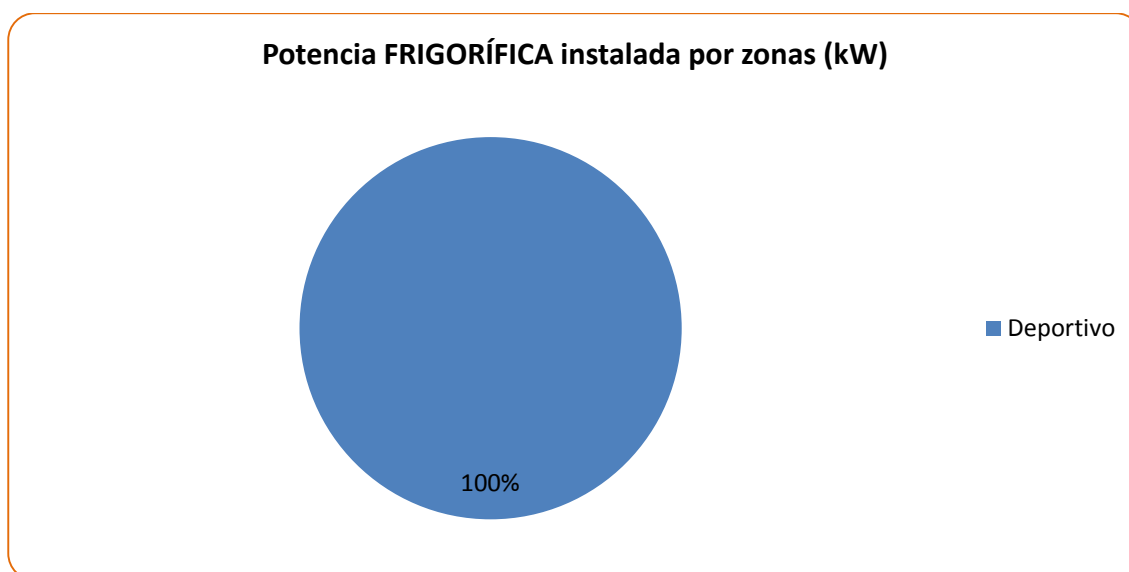


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

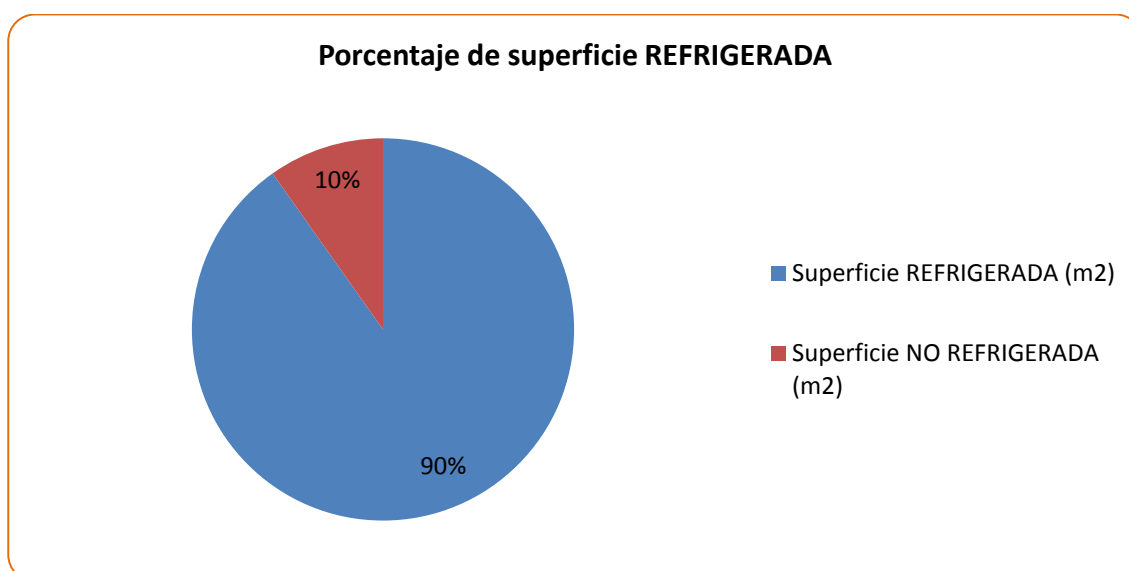


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

Los datos completos de unidades terminales por zonas se detallan en el anexo correspondiente.

### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 16,26 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

**Potencia Instalada en Iluminación según el uso**

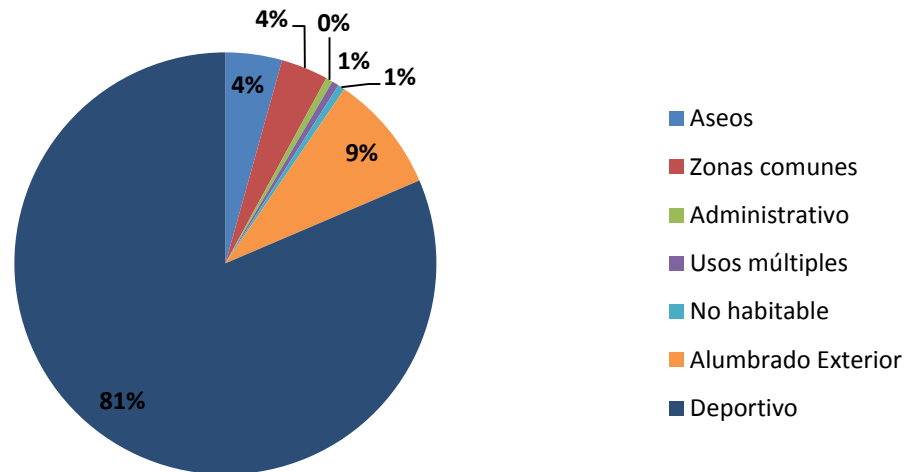


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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.

**Porcentaje de Lámparas por Tipo**

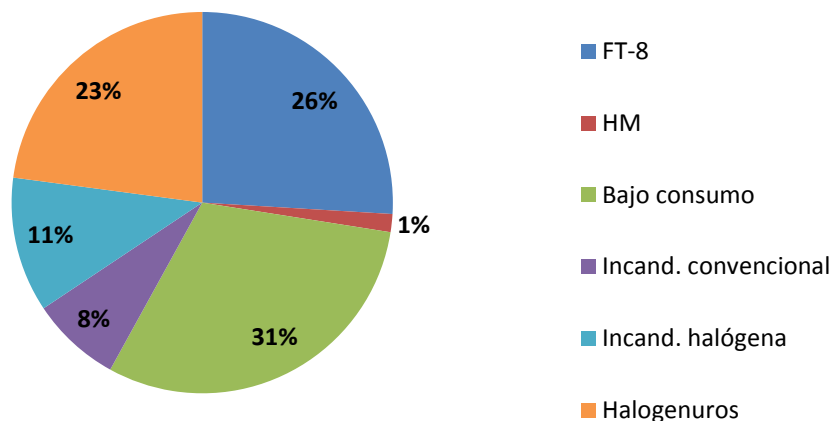


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

### 1.5.1 Iluminación interior

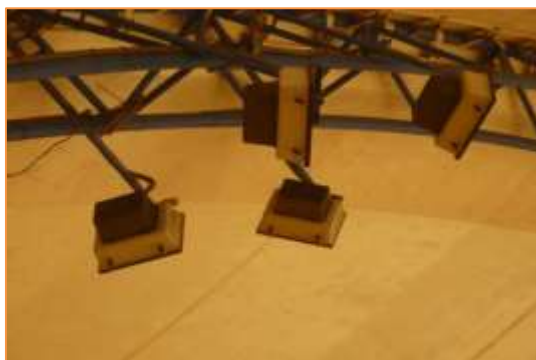
En la tabla siguiente se muestra un resumen detallado por zonas del tipo de iluminación y las potencias de cada una de las lámparas.

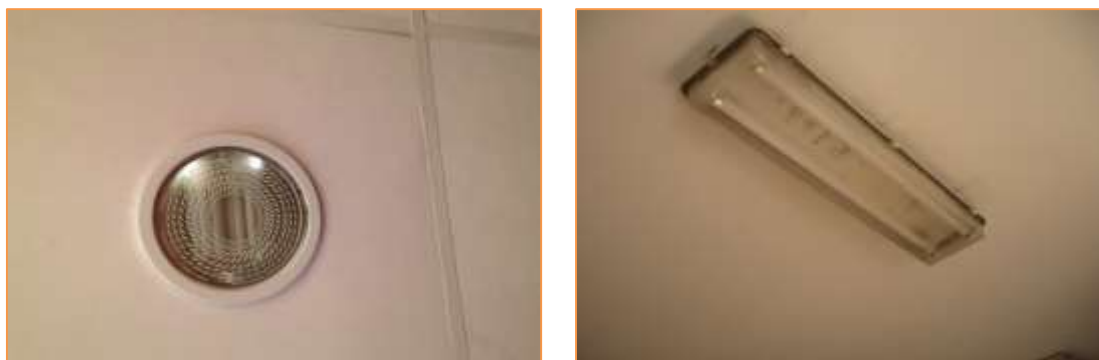
Las características de los elementos y equipos de iluminación, así como su distribución por zonas, se detallan en el Anexo ***“Inventario Instalaciones”***.

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
EM	21	0,95
FT-8	21	0,95
1	8	0,22
36	2	0,09
18	6	0,13
2	13	0,73
36	4	0,35
18	9	0,39
-	66	13,84
Incand. convencional	4	0,24
1	4	0,24
60	4	0,24
Halogenuros	30	12,00
1	30	12,00
400	30	12,00
Incand. halógena	12	0,60
1	12	0,60
50	12	0,60
Bajo consumo	20	1,00
2	20	1,00
25	20	1,00
<b>Total general</b>	<b>87</b>	<b>14,79</b>

*Tabla 13 Resumen de lámparas instaladas*

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





*Imagen 13 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)
-	11	1,47
Incand. convencional	6	0,36
1	6	0,36
60	6	0,36
HM	2	0,96
1	2	0,96
400	2	0,96
Incand. halógena	3	0,15
1	3	0,15
50	3	0,15
<b>Total general</b>	<b>11</b>	<b>1,47</b>


*Tabla 14 Resumen de iluminación exterior*



*Imagen 14 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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

#### 1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Dado que las secciones de iluminación del centro educativo 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.

<b>Tipos de Equipos</b>	<b>Nº Equipos</b>	<b>Potencia total (kW)</b>
<b>Electrodoméstico</b>	<b>3</b>	<b>4,16</b>
<b>Congelador</b>	<b>1</b>	<b>0,76</b>
760	1	0,76
<b>Aspiradora</b>	<b>1</b>	<b>2,4</b>
2400	1	2,4
<b>Nevera arcón</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
1000	1	1
<b>Informático</b>	<b>3</b>	<b>1,8224</b>
<b>Ordenador sobremesa</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
300	1	0,3
<b>Fotocopiadora</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>
1500	1	1,5
<b>Impresora doméstica</b>	<b>1</b>	<b>0,0224</b>
22,4	1	0,0224
<b>Otros</b>	<b>8</b>	<b>7,06</b>
<b>Secador de manos</b>	<b>2</b>	<b>3,6</b>
1800	2	3,6
<b>Otros</b>	<b>6</b>	<b>3,46</b>
60	1	0,06
2000	1	2
350	4	1,4
<b>Sonido</b>	<b>10</b>	<b>1,383</b>
<b>Altavoz</b>	<b>2</b>	<b>0,7</b>
350	2	0,7
<b>Equipo de música</b>	<b>5</b>	<b>0,241</b>
50	3	0,15
42	1	0,042
49	1	0,049
<b>Mesa mezcla</b>	<b>1</b>	<b>0,042</b>
42	1	0,042
<b>Amplificador</b>	<b>2</b>	<b>0,4</b>
100	1	0,1
300	1	0,3
<b>ACS</b>	<b>1</b>	<b>4,5</b>
<b>Termo-acumulador eléctrico</b>	<b>1</b>	<b>4,5</b>
4500	1	4,5
<b>Producción Frio y Calor</b>	<b>17</b>	<b>64</b>
<b>Unidad de tratamiento de aire de llama directa</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
1500	4	6
<b>Sistema autónomo de expansión directa - Unidad exterior - Split</b>	<b>13</b>	<b>58</b>
5000	6	30
4000	7	28
<b>Total general</b>	<b>42</b>	<b>82,9254</b>

Tabla 15 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.

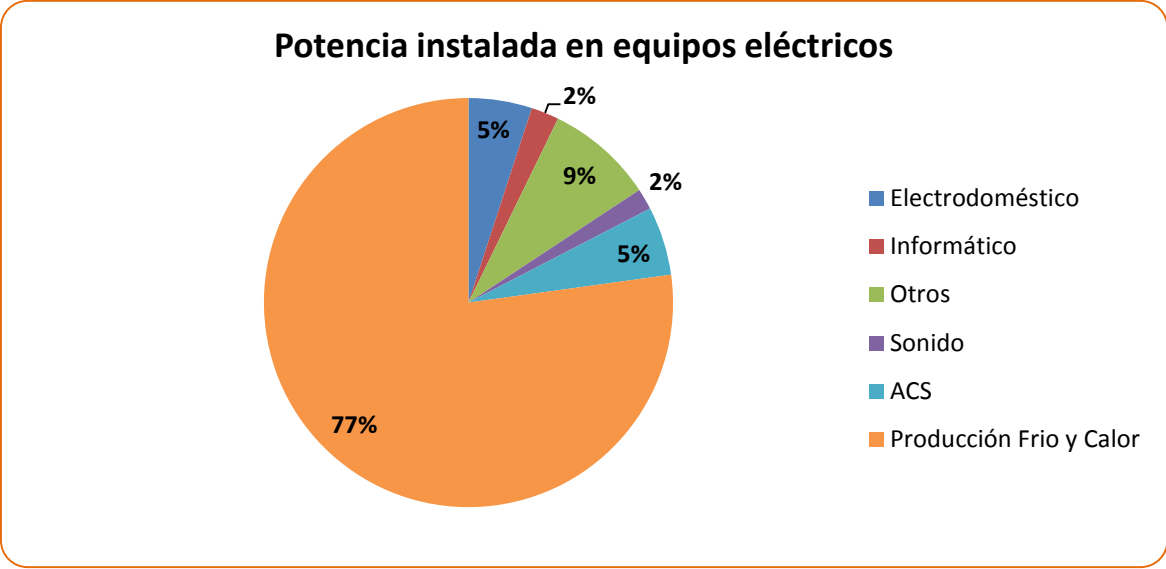


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

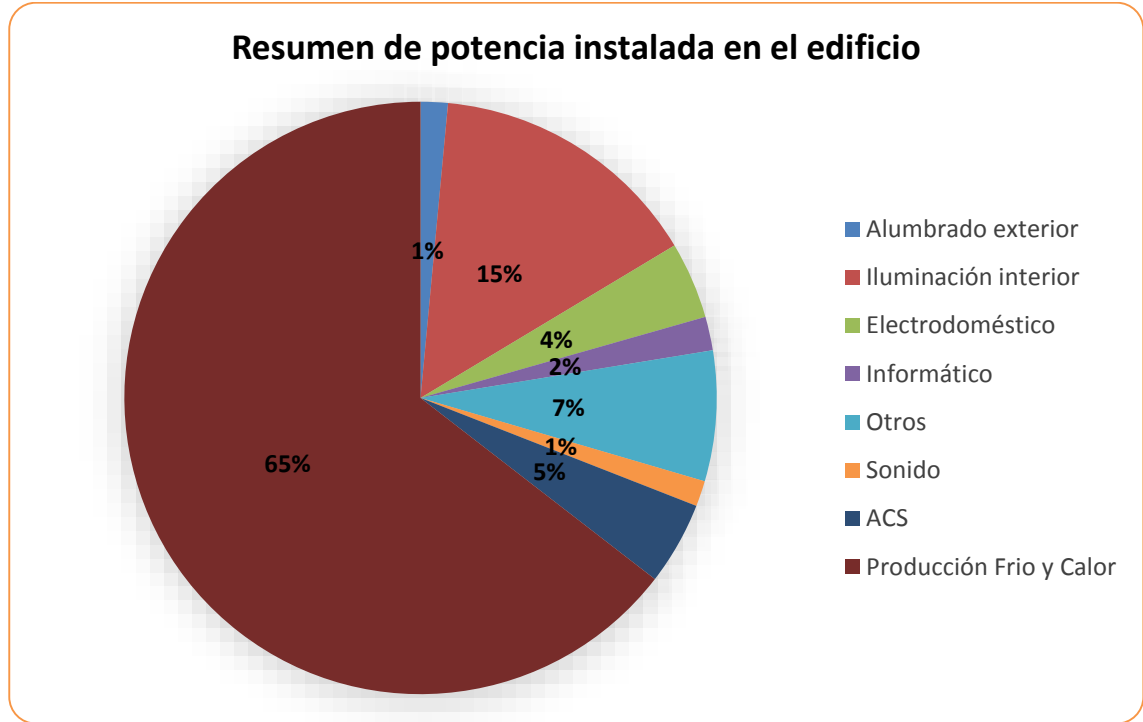



Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</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>	ES0031103606685001PLOF	<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>	19,72	19,72	19,72
<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 (€)
27/12/2013	29/01/2014	2701	4131	520	55 /54 /7	75,65	1.734,14
29/01/2014	25/02/2014	2820	4367	392	55 /54 /7	79,05	1.648,27
25/02/2014	27/03/2014	2195	1845	397	55 /52 /6	36,27	1.295,19
27/03/2014	29/04/2014	451	1832	461	37 /54 /6	23,54	914,45
29/04/2014	28/05/2014	455	1737	428	26 /33 /6	23,88	590,34
28/05/2014	27/06/2014	1100	3674	516	48 /49 /12	58,86	1.293,93
27/06/2014	28/07/2014	2422	3163	466	50 /52 /6	76,91	1.505,51
28/07/2014	28/08/2014	2357	4779	465	49 /55 /6	98,45	1.710,46
28/08/2014	26/09/2014	1269	3843	476	48 /51 /7	66,82	1.335,54
26/09/2014	30/10/2014	504	2194	545	31 /54 /7	28,58	806,87
30/10/2014	26/11/2014	2852	2577	377	56 /56 /6	53,95	1.462,38
26/11/2014	29/12/2014	2833	4614	666	55 /54 /13	82,38	1.866,36

Tabla 16 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **704,34 €/año**, por ello se recomienda colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica (En el apartado de mejoras se puede ver la batería de condensadores recomendada).

Respecto a la potencia contratada se observa, tanto por las lecturas del maxímetro como con por las mediciones realizadas, que la contratada es inferior 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:

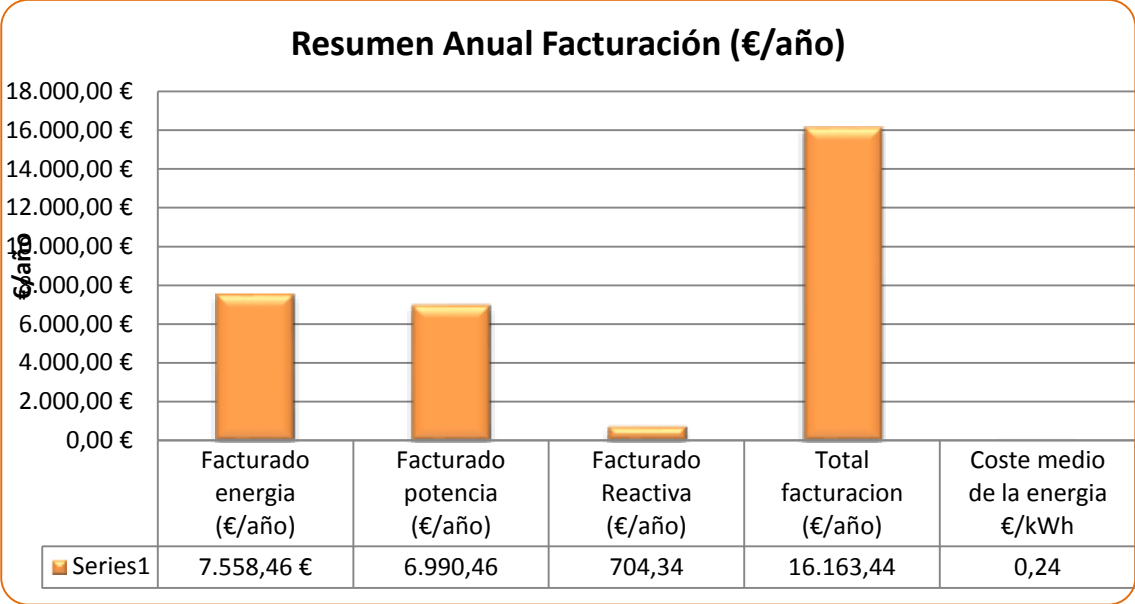


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

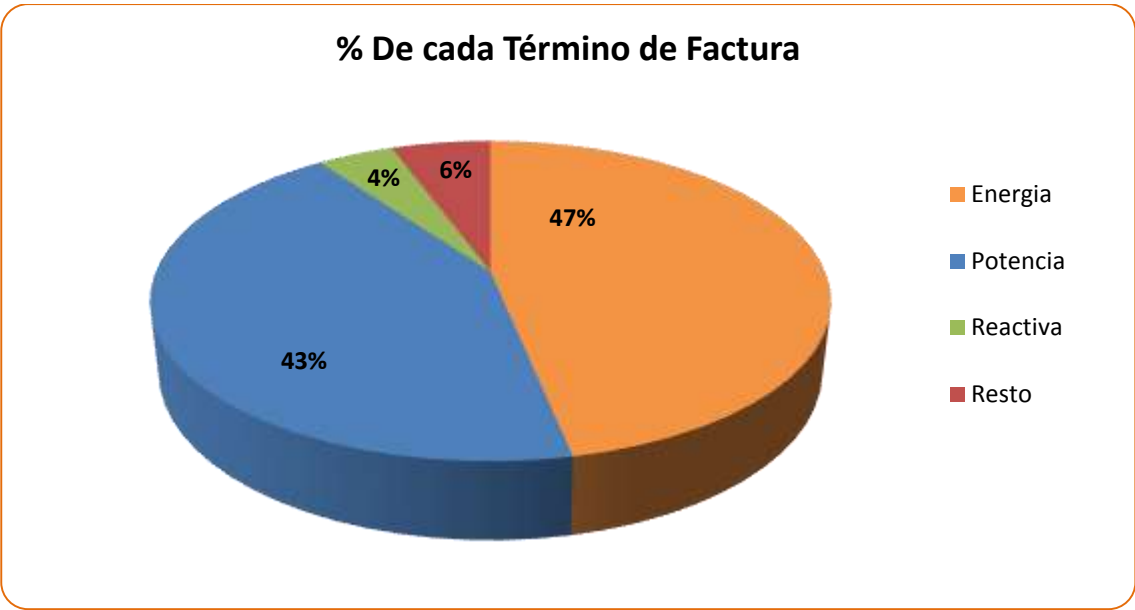


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

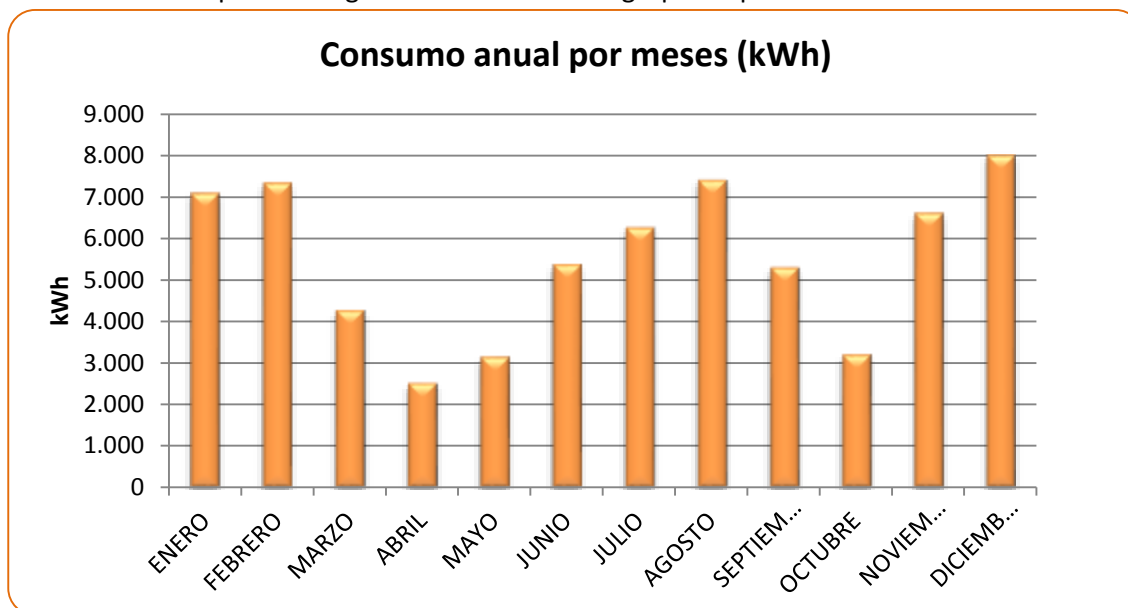


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

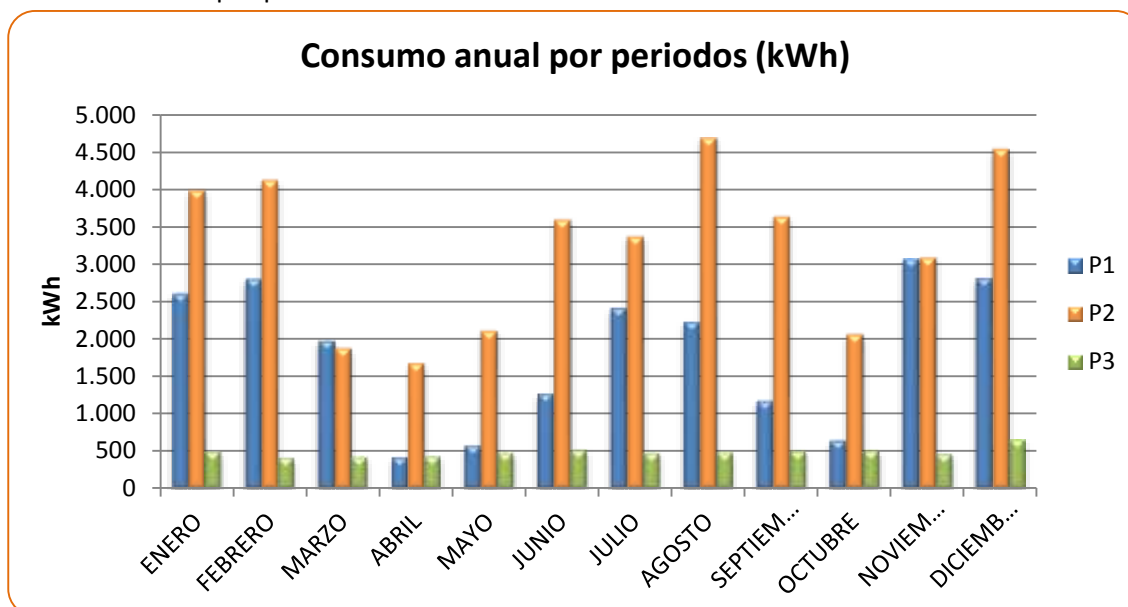


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	66.424
Total Facturación (€)	16.163,44
Media mensual de consumo (kWh/mes)	5.535
Media mensual de coste (€/mes)	1.346,95
Coste medio energía (€/kWh)	0,243

Tabla 17 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

## 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)	66.424	-	66.424
Coste (€/año)	16.163,44	-	16.163,44

Tabla 18 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	525
Superficie total (m2)	1.326,00
Pot. Instalada iluminación (kW)	14,79
Pot. instalada equipos eléctricos (kW)	82,93
Pot. eléctrica total instalada (kW)	97,72

Tabla 19 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	66.424,00
€/kWh	0,24
kWh/m² Total	50,09
€/m² Total	12,19
kWh/persona uso	126,52
€/persona uso	30,79
Ton CO <sub>2</sub> /año	26,50
Kg CO <sub>2</sub> /m²	19,99
Pot. Iluminación en W/m²	11,15

Tabla 20 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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		73
	CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO		Rev.07

### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

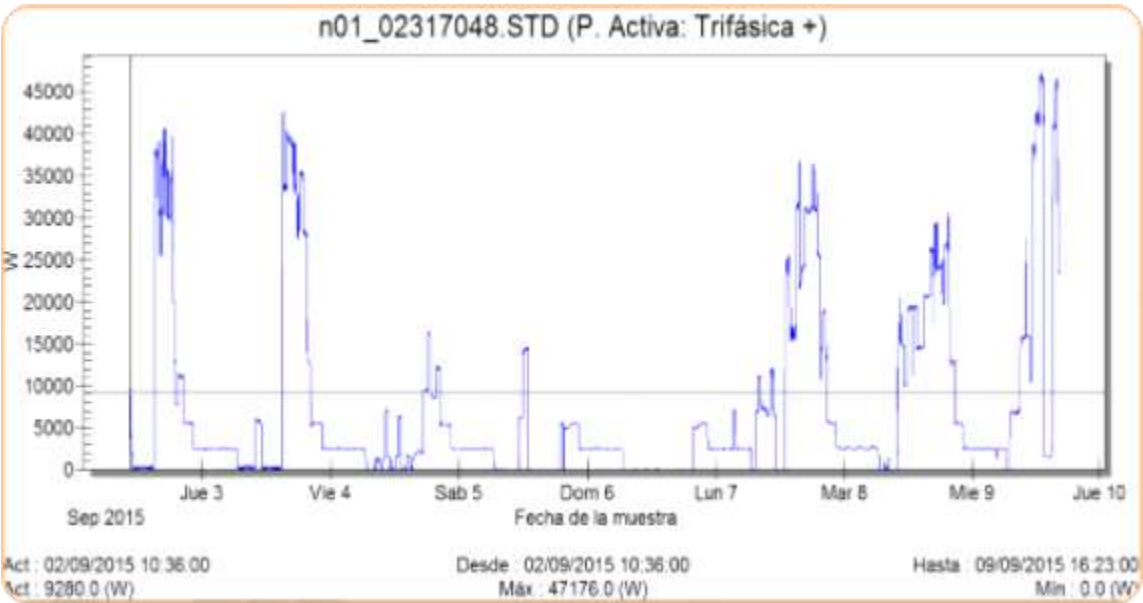


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 02/09/2015 al 10/09/2015

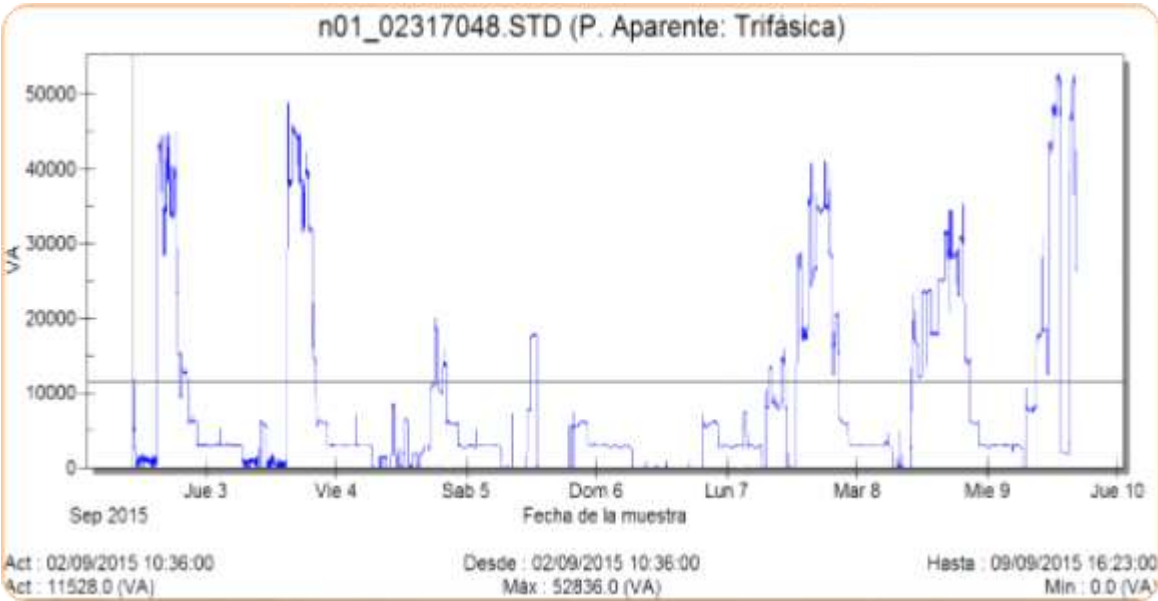


Gráfico 15 Datos de registro de potencia aparente desde el 02/09/2015 al 10/09/2015

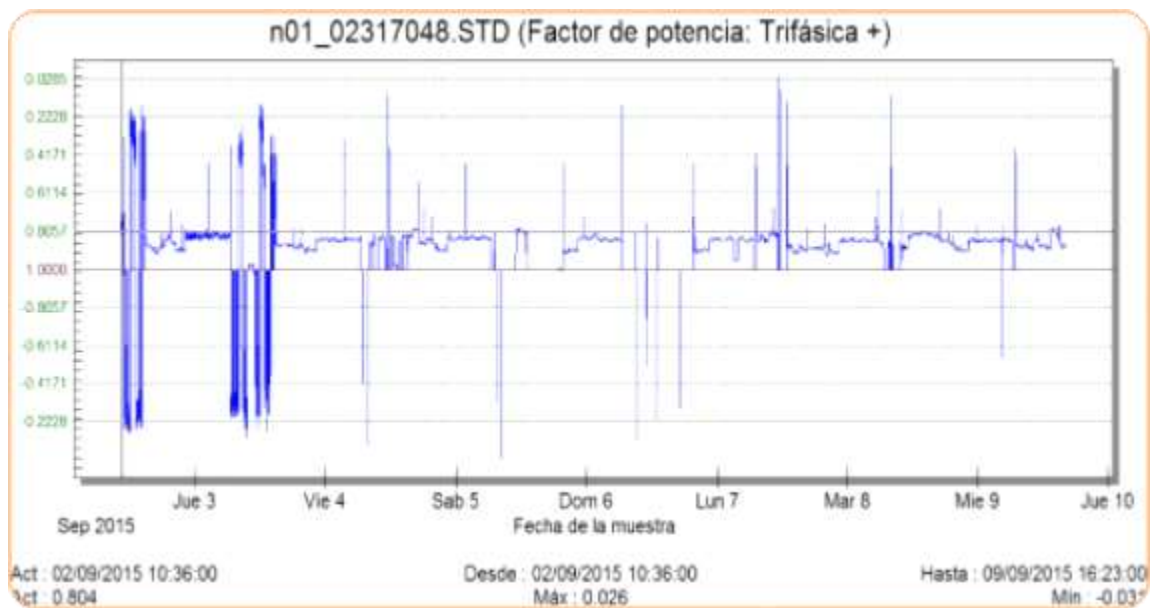


Gráfico 16 Factor de potencia trifásico registrado

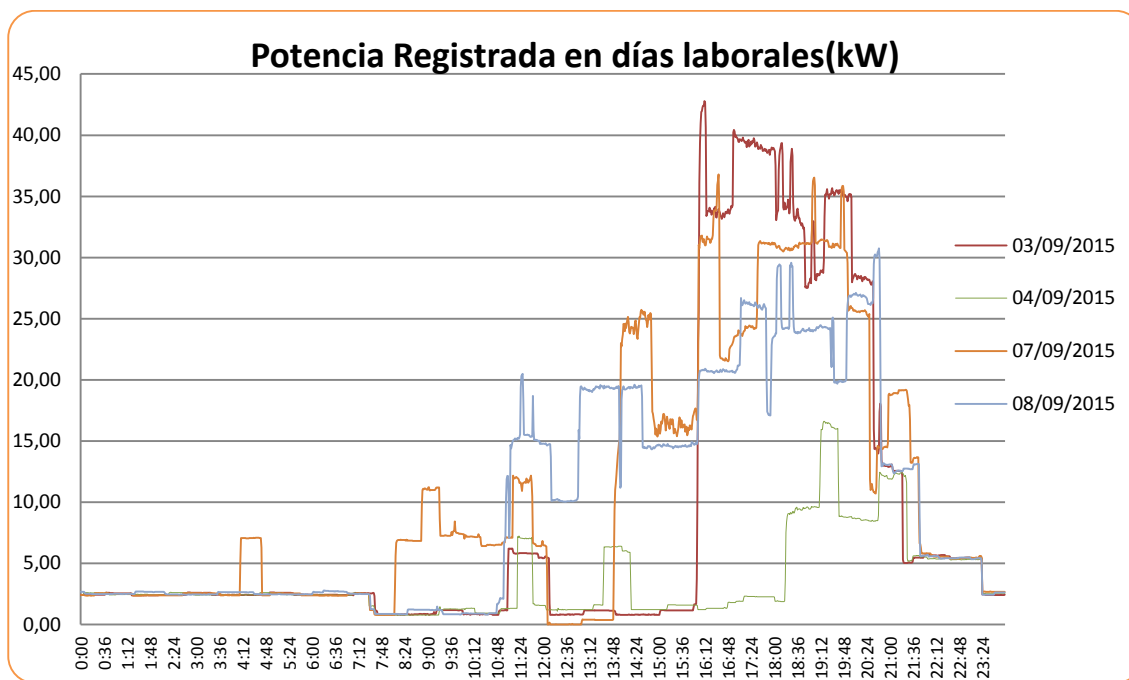
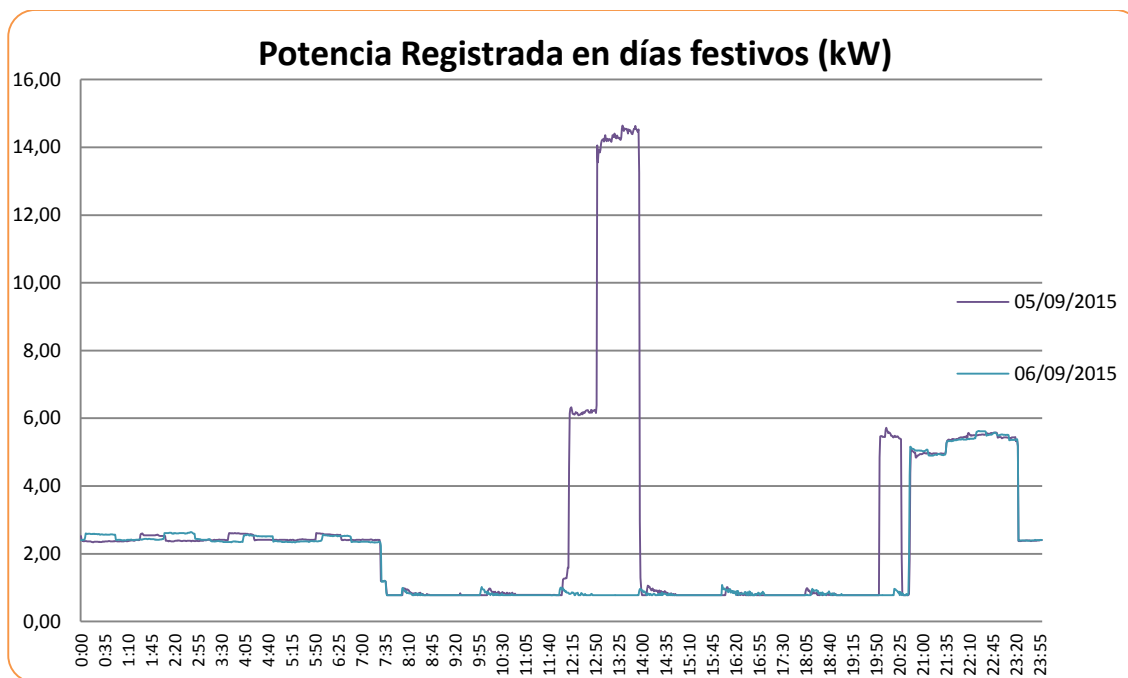


Gráfico 17 Potencia registrada en días laborales (kW)



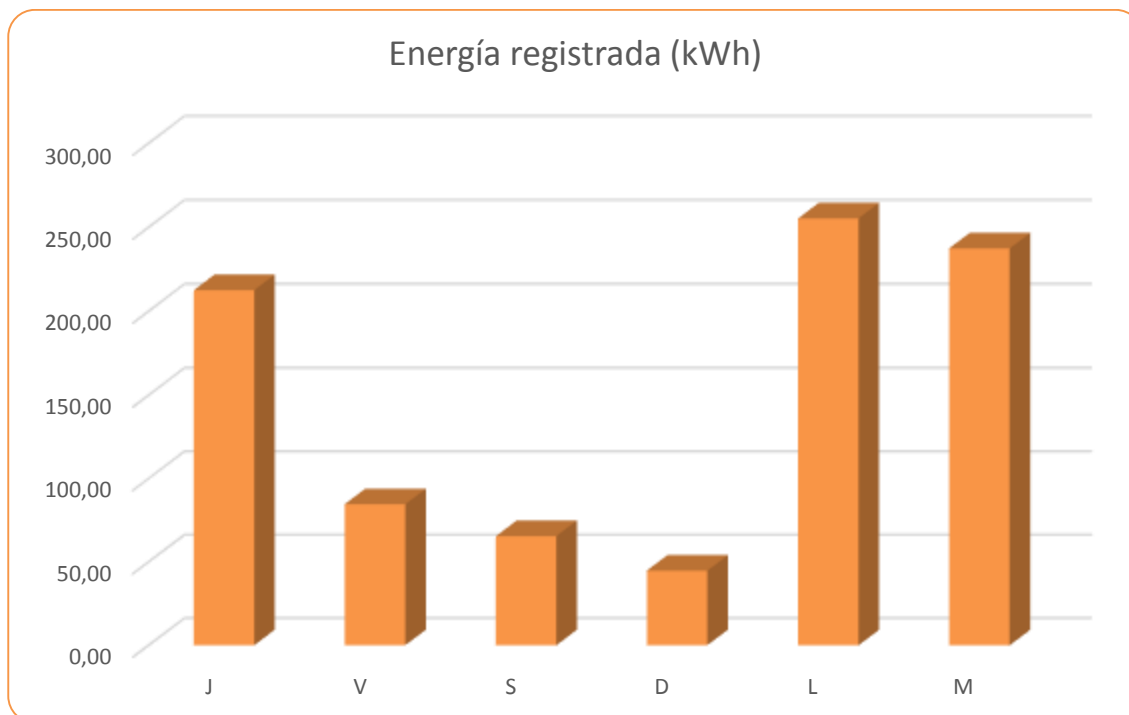
*Gráfico 18 Potencia registrada en días festivos (kW)*

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 laborales son muy homogéneos con una potencia máxima de 42,43 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas.

Durante el registro se observó que el alumbrado exterior se mantiene encendido desde las 20:30 hasta las 7:00

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



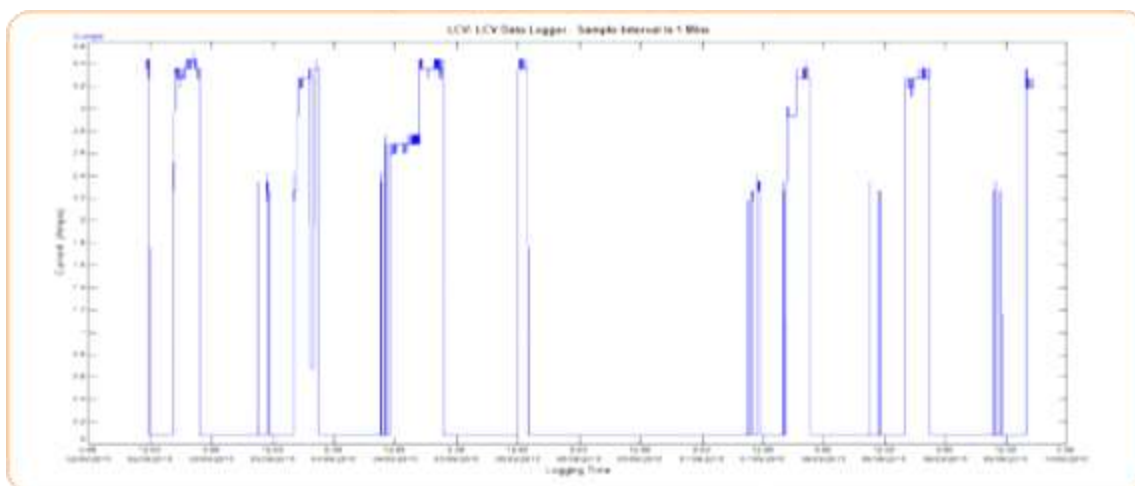
*Gráfico 19 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días laborales es de 208,46 kWh y durante los días festivos de 55,13 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 5.027,14 kWh para el mes de septiembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en septiembre de 2014 de un 5,04% 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

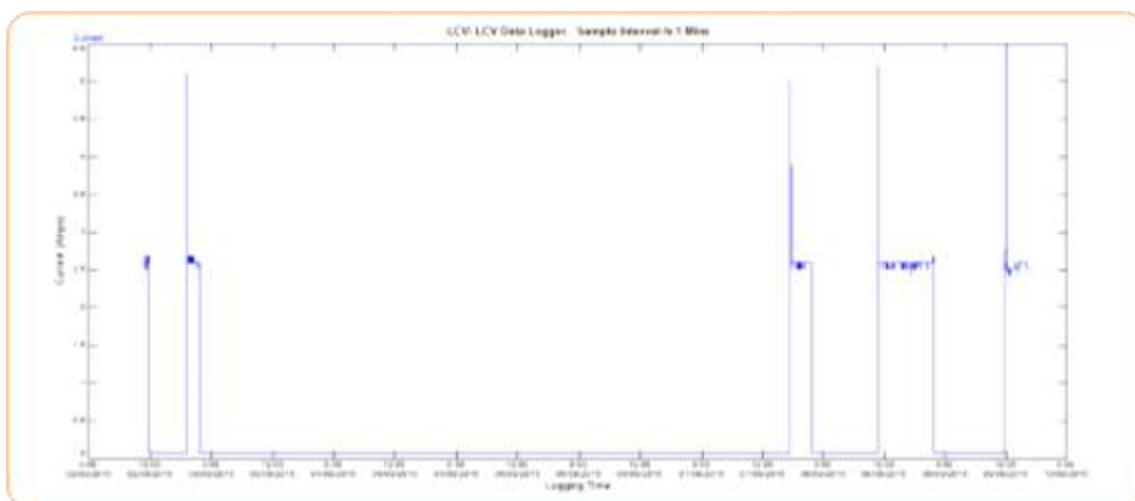
A continuación se muestran las gráficas que nos muestran el perfil de consumo semanal de diferentes zonas y equipos.

#### - Duchas y aseos



*Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en duchas y aseos*

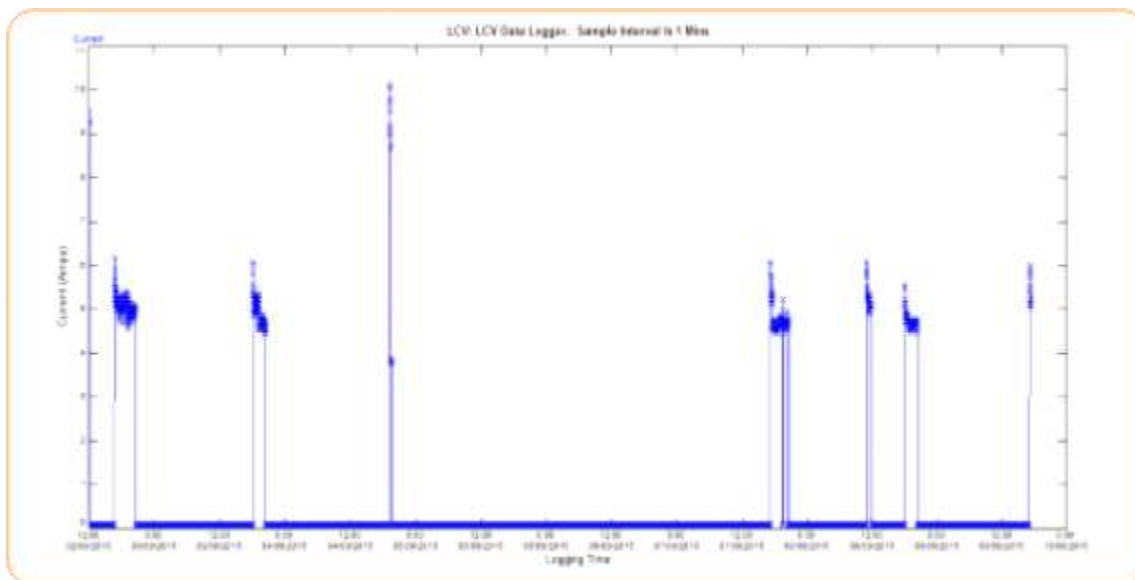
#### - Sala de gimnasia rítmica



*Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en sala de gimnasia rítmica*



- Gimnasio y sala de aerobio



*Gráfico 22 Registro de monofásico instalado en gimnasio y sala de aerobio*

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

- Duchas y Aseos: 5,84 h
- Sala de gimnasia rítmica: 1,74 h.
- Gimnasio y sala de Aerobic: 1,11 h.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

### 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<sup>2</sup>) 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 <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Distribuidor	200,00	10,00	224	200	8,93
Aseo señora	50,00	2,00	171	150	14,62
Sala de gimnasia rítmica	800,00	1055,00	930	300	0,08
Almacén oficina	43,20	2,00	177	100	12,20

Tabla 21 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia se encuentran todos por encima de los recomendados en el caso de la biblioteca y el comedor.

### 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

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa fijadas por el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) figuran en la instrucción técnica IT 1.1.4.1.2. de acuerdo a la siguiente tabla:

Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 22 Condiciones interiores exigidas por el RITE

## REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 02/09/2015 y 09/09/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

### - Recepción (Planta baja) – Orientación S-O

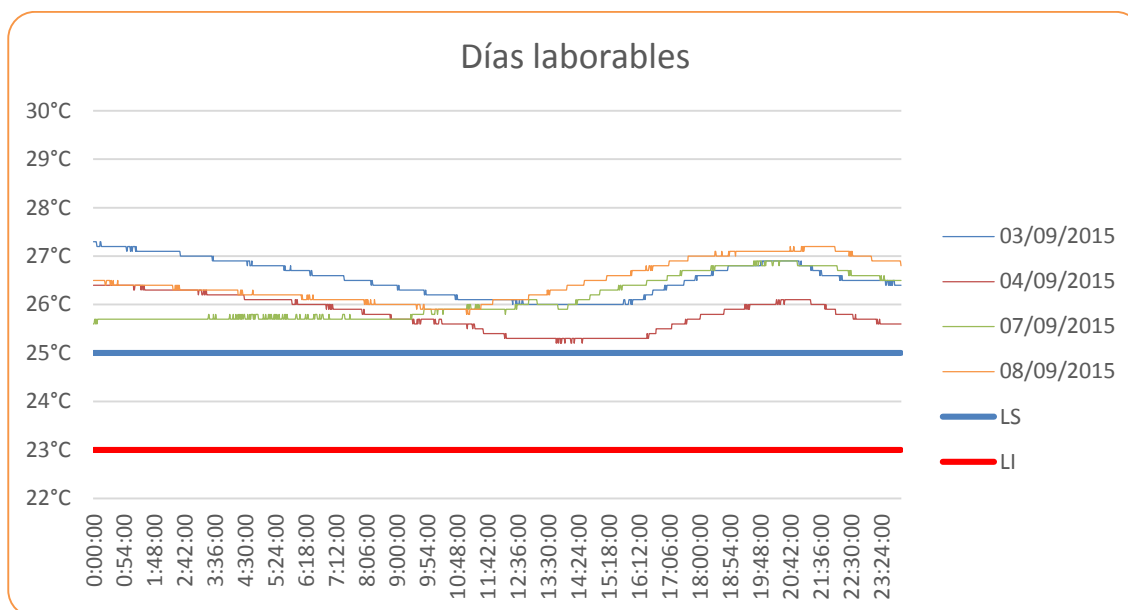
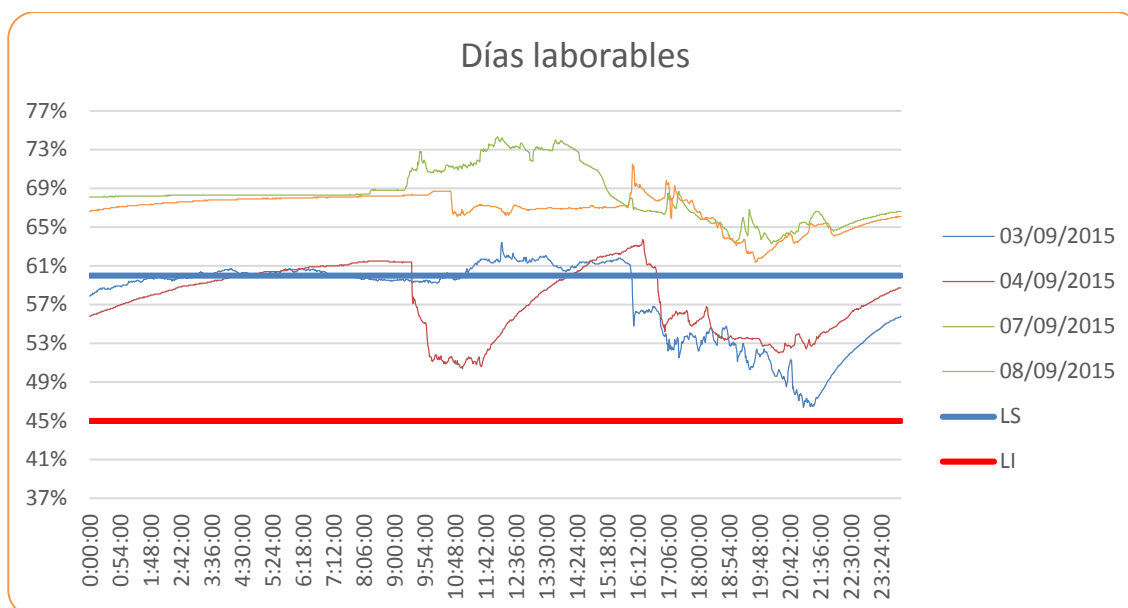


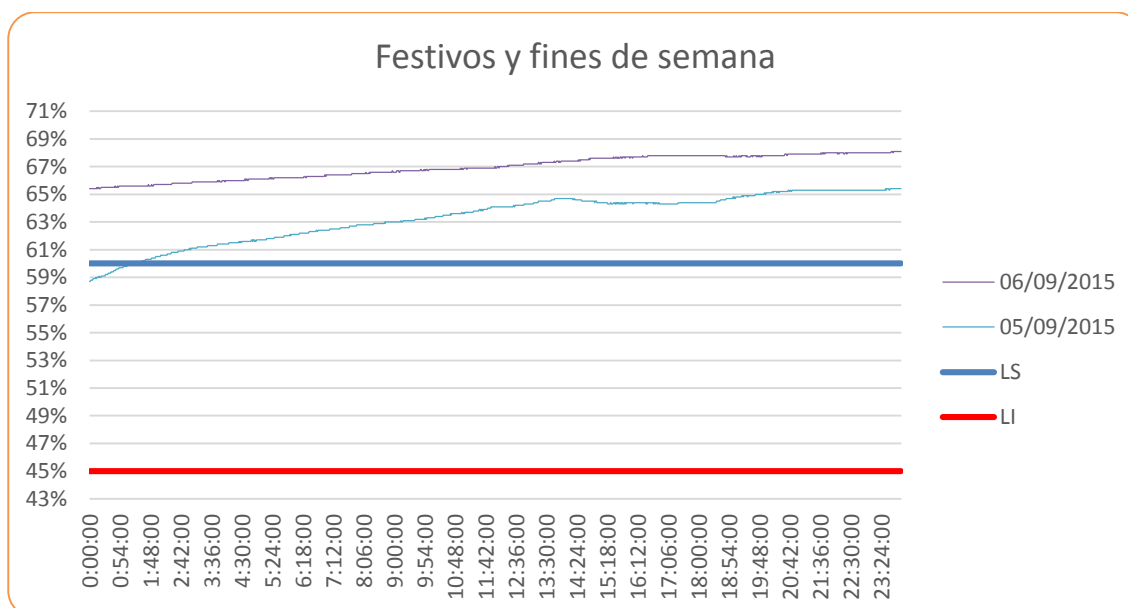
Gráfico 23 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables



Gráfico 24 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos



**Gráfico 25 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables**



**Gráfico 26 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos**

Esta estancia no se encuentra tratada mediante ningún tipo de sistema autónomo. Las temperaturas oscilan entre los 25,5°C y los 27,5°C durante los periodos de ocupación, superando los 25°C reglamentarios, lo que indica un aporte frigorífico insuficiente en esta zona.

Se observa que el equipo se desactiva fuera del horario de ocupación y durante los fines de semana.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

La humedad se sitúa oscilando entre los límites requerido por la normativa (45 - 60%) durante los días 3 y 4 de Septiembre, mientras que durante los días 7 y 8 de Septiembre la humedad se sitúa por encima del límite superior establecido (60%).

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ❑ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 25,5°C y los 27,5°C, lo cual indica un aporte escaso de refrigeración, por encima del límite superior establecido por el RITE (25°C).
- ❑ En general, **no se mantiene encendida la refrigeración fuera del horario de ocupación ni durante los fines de semana.**
- ❑ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, disminuyendo desde las 7:45 hasta las 14:30 y a partir de esa hora va aumentando.

### 3.4 Análisis termográfico

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

### 3.5 Certificación energética

La calificación energética obtenida en el Centro de Alto Rendimiento es D.



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:

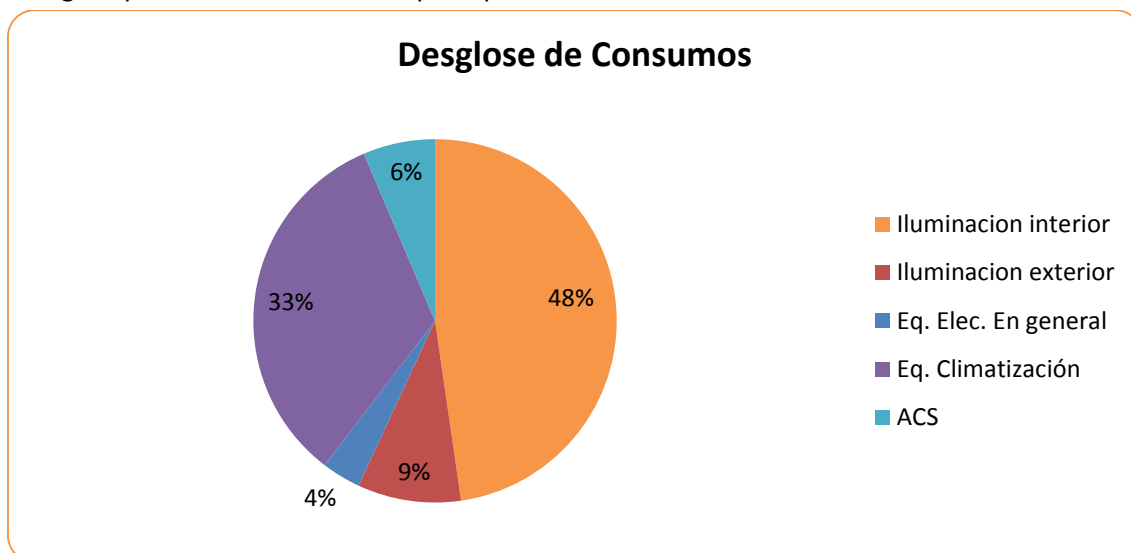


Gráfico 27 Desglose de consumos eléctricos

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

Por otra parte, existe un consumo energético destacable que corresponde al termo acumulador eléctrico encargado de la producción de agua caliente sanitaria

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 4%.

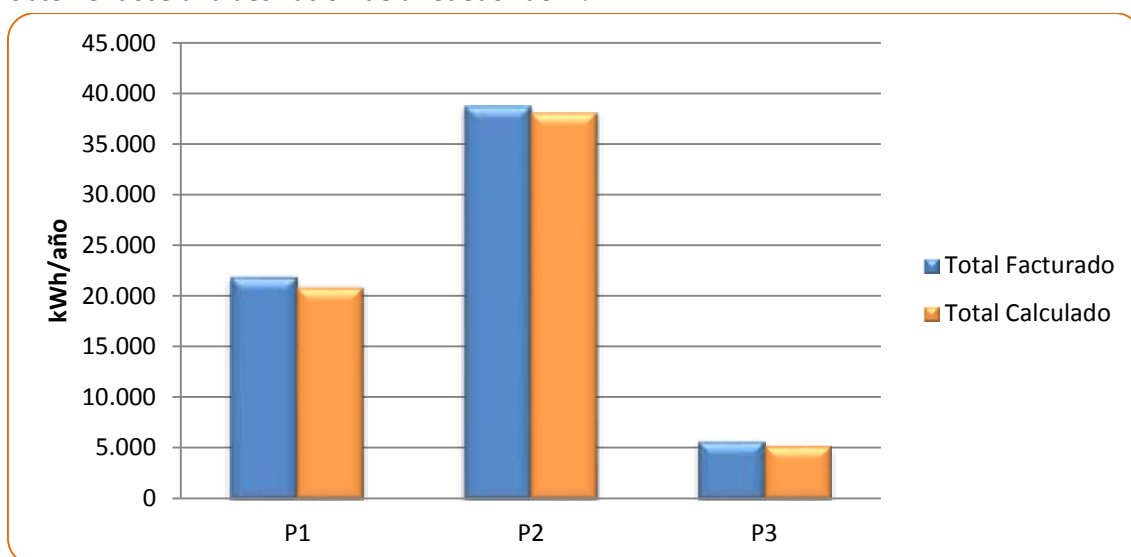


Gráfico 28 Desglose de consumos por periodo

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

#### **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.

#### **4.3 Contribución de energías renovables**

Actualmente no existe contribución de energías renovables para la producción energética del centro.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

## 5. ACTUACIONES PROPUESTAS

### 5.1 Sustitución de 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 15 Tubo LED*

#### Aplicación de la mejora

Se propone la sustitución de la iluminación existente por 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>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</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	36,36%	63,64%	0,00%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,72328
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			
18.684	61,08%	28,13%	2.377,26 €	102,40 €	2.479,66 €	19.028,63 €	7,67	7,45

### 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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

### 5.1 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 encima de la potencia contratada, por lo que se considera recomendable un ajuste de dicha potencia contratada.

Debido a la tipología de los equipos de medida eléctricos, la propuesta de ajuste de potencia no puede ser la óptima ya que la instalación no permite el aumento de potencia requerido. No obstante, se propone un aumento de la potencia eléctrica contratada cumpliendo con la normativa vigente y teniendo en cuenta las características actuales de la instalación.

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 29 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 aumentar la potencia contratada a **43,64 / 43,64 / 43,64 kW** en los tres periodos.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

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	
19,72	19,72	19,72	43,64	43,64	43,64	2.665,09 €

### Comparativa Coste Término de Potencia (€/año)

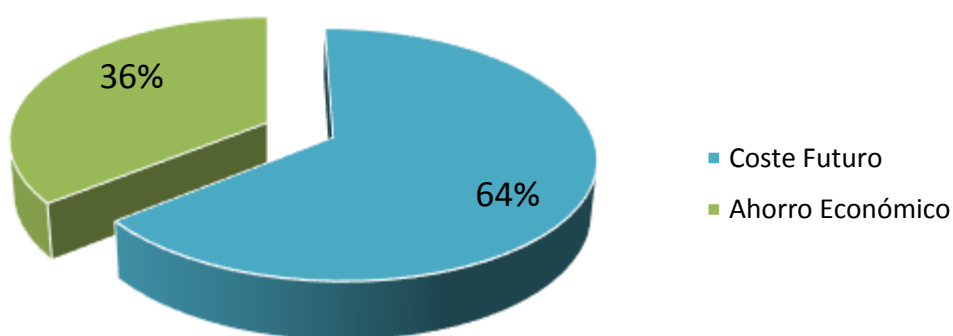


Gráfico 30 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

### 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>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

## 5.2 Instalación de batería de condensadores

**Descripción actuación:** instalar una batería de condensadores para conseguir compensar el consumo de energía inductiva producida por los equipos consumidores.

### Descripción de la mejora

La energía reactiva está asociada a la energía inductiva generada por los campos magnéticos internos de motores, transformadores (receptores) y otros elementos. Estos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos necesarios para su funcionamiento, entregándola durante la destrucción de los mismos.

Existen algunos efectos negativos que se derivan del consumo de este tipo de energía:

- Costes económicos para el consumidor.
- Caídas de tensión.
- Pérdida de potencia.
- Sobrecargas en las redes de distribución.

Las compañías comercializadoras de energía eléctrica penalizan económicamente a sus clientes cuando se produce un exceso de consumo de ésta. Estas penalizaciones se aplican cuando el factor de potencia de la instalación es inferior a 0,95.

Ventajas de la compensación de la energía reactiva:

- Reducción en el recibo de electricidad.
- Aumento de la potencia disponible.
- Disminución de pérdidas por efecto Joule en los conductores y transformadores.
- Reducción de las caídas de tensión aguas arriba del punto de conexión del equipo de compensación.

### Aplicación de la mejora

Con la instalación de la batería de condensadores se consigue que el factor de potencia de la instalación se encuentre por encima de 0,95 que es el valor mínimo exigido por la comercializadora eléctrica para no sufrir penalización económica.

A partir de los datos de las facturas eléctricas del último año se observa que existe penalización por energía reactiva, por lo que se recomienda la instalación de una batería de condensadores automática para la compensación global de la potencia reactiva en el cuadro general de la instalación.

En la siguiente tabla se muestran las características que tiene que tener la batería de condensadores necesaria para obtener un factor de potencia por encima de 0,95 y por tanto eliminar la penalización por energía reactiva existente en la facturación:

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
58,7	6,25+3x12,5	43,75

Tabla 23 Características de batería de condensadores

### Inversión

Al ser ésta una Auditoria en Grado de Inversión, para calcular la inversión necesaria y llevar a cabo la mejora se ha pedido presupuesto a los principales fabricantes. Con los datos anteriores se ha obtenido 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 es de 1.001,42 €.

La inversión incluye una batería de condensadores con regulación automática de la potencia calculada, interruptor y diferencial correspondiente, regulador de medida trifásico y la mano de obra correspondiente de montaje, conexionado y puesta en servicio.

Con los datos anteriores se obtienen los resultados de la siguiente tabla, donde se presentan los ahorros tanto energéticos como económicos con la implantación de la mejora, 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	%	€/año	€ <sup>1</sup>	años	Ton/año
--	--	740,35	1.001,42	1,35	--

Tabla 24 Ahorros obtenidos con la aplicación de la mejora

### Riesgo en la obtención del ahorro esperado

Los principales riesgos son los debidos a la instalación de equipos de baja calidad o a un mal dimensionamiento de la potencia de la batería de condensadores.

<sup>1</sup> Todos los precios son sin IVA

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

## 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 16 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>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</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.

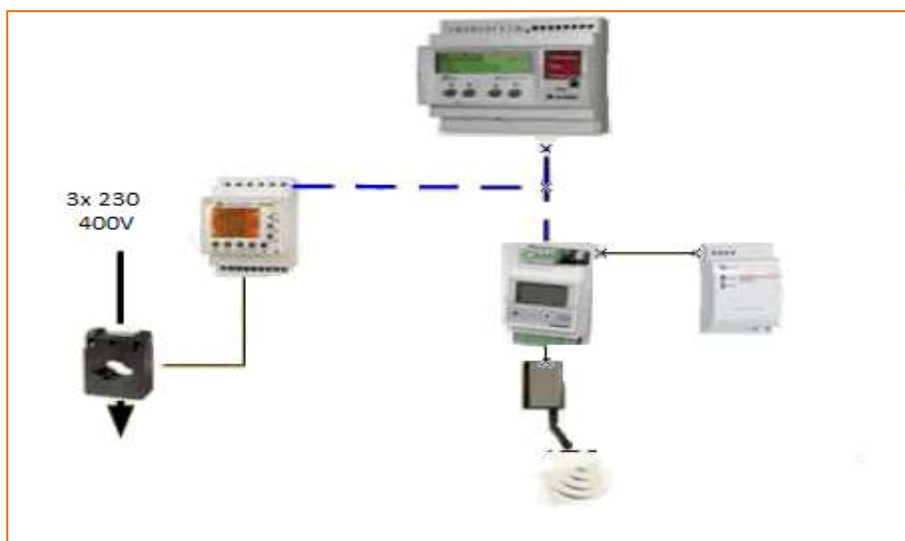
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

## 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 17 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>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</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>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

## 7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

### 7.1 Aerotermia para la generación térmica de ACS

#### Objetivos y situación actual

La Directiva Europea 2009/28 relativa al fomento de energía procedente de fuentes renovables considera en el punto 31, que las bombas de calor permiten la utilización del calor aerotérmico a un nivel de temperatura útil necesitan electricidad u otra energía auxiliar para funcionar.

Tal como se menciona en apartados anteriores, actualmente la generación de agua caliente sanitaria (ACS) para los vestuarios se lleva a cabo mediante 1 termo acumulador con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica. La capacidad de acumulación y potencia térmica disponible es de 500 litros y 4,5 kW.



*Imagen 18 Termo acumulador eléctrico – Cuarto de limpieza*

#### Consumo energético actual

Según la información aportada por el personal de mantenimiento del centro, el servicio de duchas para los vestuarios tiene un uso medio diario de 50 servicios de ducha al día durante todos los días del año. Si consideramos un consumo medio de 15 litros día a 60°C (según CTE), se alcanzaría un consumo de 750 litros/día a 60°C.

Extrapolando estos datos a un año completo, teniendo en cuenta las variaciones de la temperatura de agua de red en las diferentes estaciones, se obtiene un consumo anual derivado de la producción de ACS para los vestuarios de **15.618,6 kWh**.

#### Descripción de la propuesta de implantación de energías renovables

Se propone la implantación de la aerotermia para la producción de ACS de los vestuarios, estableciendo unos criterios de diseño que permitan cubrir la mayor parte de la demanda mediante energía procedente de fuentes renovables.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

A continuación se muestra el esquema de principio de la instalación de producción térmica una vez incorporada la instalación de aerotermia:

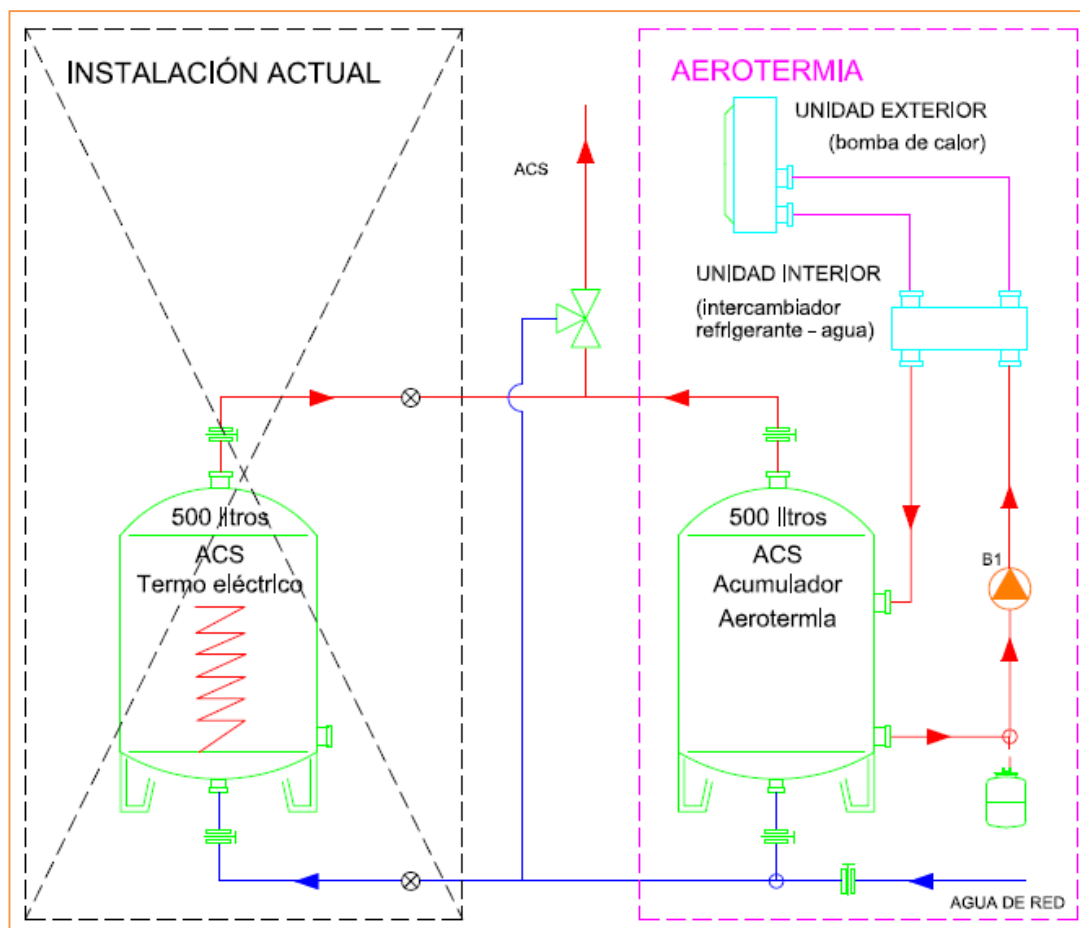


Imagen 19 Esquema de principio – Implantación de aerotermia

De acuerdo a este esquema, se propone la implantación de una bomba de calor con una potencia útil nominal de 11 kW, que trabaja contra una acumulación de 500 litros.

La tecnología propuesta permite trabajar a altas temperaturas (hasta 80°C) con buenos rendimientos, de manera que no es necesario un sistema auxiliar complementario.

La directiva establece que, a efectos del rendimiento mínimo de las bombas de calor que debe considerarse como energía renovable, sólo se tendrán en cuenta aquéllas con un rendimiento medio estacional SPF superior a  $1,15 \times \frac{1}{\eta}$ , siendo  $\eta$  la eficiencia del sistema de energía, calculado como el cociente entre la producción total bruta de electricidad y el consumo primario de energía para la producción de electricidad.

Si la eficiencia del sistema de energía ( $\eta$ ) se fija en 45,5% (en base a los datos de Eurostat), el SPF mínimo de las bombas de calor accionadas eléctricamente (SCOPnet) que debe considerarse como energía renovable según la directiva es de 2,5. Por lo tanto, sólo deben tenerse en cuenta las bombas de calor cuya producción supere de forma significativa la energía primaria necesaria para impulsarlas.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

### Estudio energético, económico y medioambiental

Los condicionantes que se han tenido en cuenta para elaborar el estudio se resumen a continuación:

- Capacidad térmica de la bomba de calor de 11 kW y 500 litros de acumulación. Con un rendimiento estacional de 2,50 (para una temperatura de acumulación de 60°C).
- La cantidad de energía aerotérmica capturada por bombas de calor que debe considerarse procedente de fuentes renovables, a efectos de la Directiva Europea 2009/28, se calculará de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$E_{RES} = Q_{\text{útil}} \times (1 - 1/SPF)$$

- Funcionamiento de la instalación de aerotermia repartido a lo largo del día; con un precio medio de la electricidad de 0,103644167€/kWh.

Al tratarse de una auditoría en grado de inversión, para el cálculo de la inversión necesaria se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de equipos y a empresas instaladoras para obtener un valor promedio realista.

Capítulo	Descripción	Importe
<b>Producción</b>	Unidad Exterior	3.951,00 €
<b>Unidades de tratamiento</b>	Intercambiador refrigerante agua y depósito de acumulación de 500 litros	6.640,00 €
<b>Distribución térmica</b>	Circuito frigorífico y conexión con instalación existente	4.666,21 €
<b>Control y Fuerza</b>	Instalación eléctrico y de control. Contador de energía térmica.	3.924,77 €
<b>Puesta en Marcha</b>	Puesta en marcha y medios auxiliares	363,85 €
<b>TOTAL (PVP)</b>		<b>19.545,83 €</b>
<b>TOTAL (Descuento)</b>		<b>13.600,27 €</b>

Tabla 25 Valoración económica – Implantación de aerotermia

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

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

	SITUACIÓN ACTUAL		APLICACIÓN MEJORA	
	Consumo Actual Termo ACS (kWh PCI)	Demanda Térmica ACS (kWht)	Demanda cubierta con Bomba de Calor (kWht)	Demanda cubierta con Termo (kWht)
Enero	1.326,51	1.326,51	1.326,51	0,00
Febrero	1.198,14	1.198,14	1.198,14	0,00
Marzo	1.326,51	1.326,51	1.326,51	0,00
Abril	1.283,72	1.283,72	1.283,72	0,00
Mayo	1.326,51	1.326,51	1.326,51	0,00
Junio	1.283,72	1.283,72	1.283,72	0,00
Julio	1.326,51	1.326,51	1.326,51	0,00
Agosto	1.326,51	1.326,51	1.326,51	0,00
Septiembre	1.283,72	1.283,72	1.283,72	0,00
Octubre	1.326,51	1.326,51	1.326,51	0,00
Noviembre	1.283,72	1.283,72	1.283,72	0,00
Diciembre	1.326,51	1.326,51	1.326,51	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>15.618,60</b>	<b>15.618,60</b>	<b>15.618,60</b>	<b>0,00</b>
<b>Cobertura Total (%)</b>	100,00%		100,00%	0,00%
<b>Aporte renovable (%)</b>	0,00%		60,00%	
<b>Emisiones de CO2 (Tn)</b>	6,23		2,49	0,00
<b>Coste Energético (€/año)</b>	1.618,78		647,51	0,00
<b>Ahorro Término de Potencia (€/año)</b>	-		-8,56	
<b>Inversión (€)</b>	-		13.600,27	
<b>Amortización (años)</b>	-		13,88	
<b>Emisiones de CO2 evitadas (Tn)</b>	-		3,74	

Tabla 26 Estudio energético, económico y medioambiental

De acuerdo a las características térmicas y de acumulación de la instalación seleccionada, se obtiene una contribución de energías renovables del 60% para el servicio de ACS.

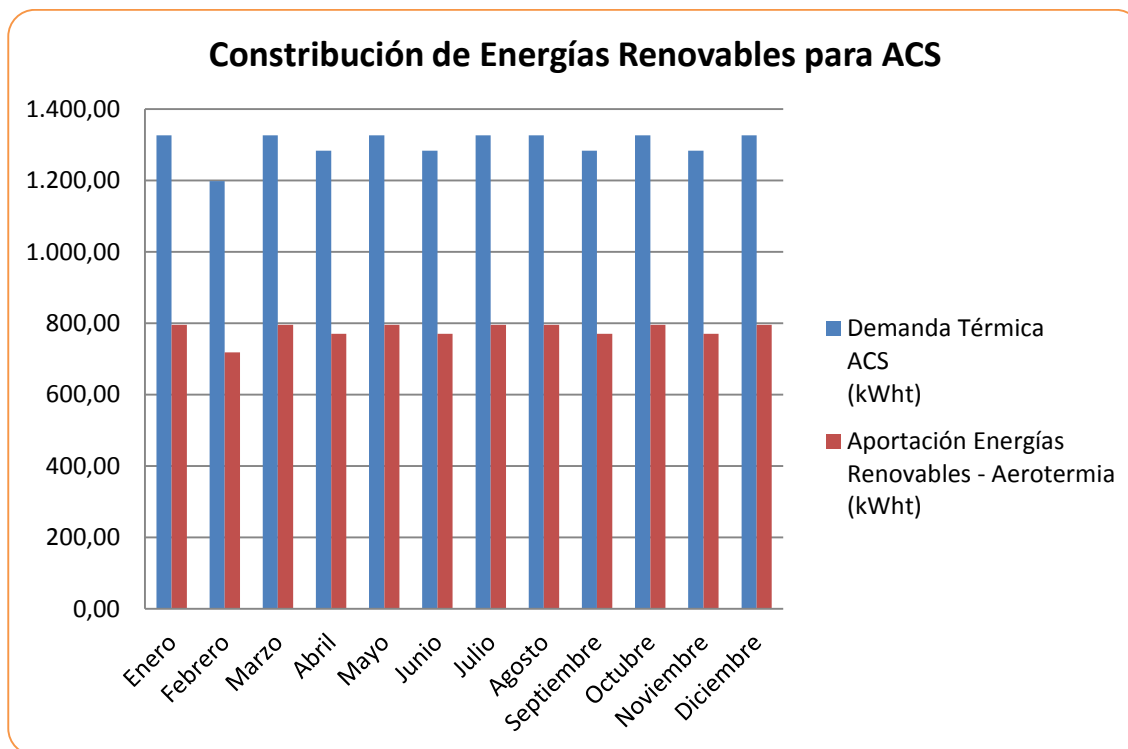


Gráfico 31 Contribución de Energías renovables para ACS

### Resumen de la implantación de energías renovables

A continuación se resumen los resultados alcanzados:

Producción Energética (Renovables)		Ahorro Económico		Inversión		Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas
(kWht)	%	(€/año)	%	(€)	(años)	(Tn/año)
9.371,16	60,00%	979,83	60,53%	13.600,27	13,88	3,74

Tabla 27 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables

### 7.2 Energía solar térmica

No se propone su instalación en este centro, ya que, tal como se expone en el apartado anterior, se ha considerado la implantación de la aerotermia como contribución de energías renovables para la producción térmica del centro.

### 7.3 Biomasa

No se ha considerado su implantación al optar en este centro por fuentes alternativas de energías renovables para la producción energética.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO</b>	<b>1306</b>
		<b>73</b>
		<b>Rev.07</b>

#### 7.4 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>2</sup>	€/año	€ <sup>3</sup>	años	Ton/año
Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	18.684	28,13%	2.479,66 €	19.028,63 €	7,67	7,45
Ajuste de potencia eléctrica contratada			2.665,09 €			
Batería de condensadores	-	-	740,35	1.001,42	1,35	-
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	<b>18.684</b>	<b>-</b>	<b>5.885,10 €</b>	<b>20.030,05 €</b>	<b>3,40</b>	<b>7,45</b>

Tabla 28 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

A continuación se resumen los resultados alcanzados mediante la propuesta de **implantación de energías renovables** para generación térmica (Aerothermia):

Producción Energética (Renovables)		Ahorro Económico		Inversión		Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas
(kWh <sub>t</sub> )	%	(€/año)	%	(€)	(años)	(Tn/año)
<b>9.371,16</b>	<b>60,00%</b>	<b>979,83</b>	<b>60,53%</b>	<b>13.600,27</b>	<b>13,88</b>	<b>3,74</b>

Tabla 29 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables (Aerothermia)

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>2</sup> Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

<sup>3</sup> Todos los precios son sin IVA