

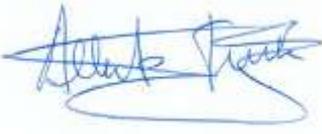


## INFORME

# AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(Gimnasio Municipal)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_63_20151027

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 Producción de ACS .....	5
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización .....	7
1.4.3 Unidades Terminales.....	10
1.5 Iluminación.....	14
1.5.1 Iluminación interior .....	15
1.5.2 Iluminación exterior .....	16
1.5.3 Sistemas de control .....	16
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	16
1.6 Otros equipos .....	17
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	18
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>19</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	19
2.2 Consumos térmicos.....	22
2.3 Consumos energéticos totales .....	22
2.4 Índices energéticos.....	22
2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....	22
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	22
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS.....</b>	<b>23</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	23
3.1.1 Registros trifásicos .....	23
3.1.2 Registros monofásicos.....	26
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	28
3.3 Medidas térmicas.....	28
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....	28
3.4 Análisis termográfico.....	31
3.5 Certificación energética .....	31
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>32</b>
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	32

4.2	Desglose de consumos térmicos .....	33
4.3	Contribución de energías renovables .....	33
<b>5.</b>	<b>ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>34</b>
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED .....	34
5.1	Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....	36
5.2	Instalación de batería de condensadores .....	38
5.3	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante .....	40
<b>6.</b>	<b>MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>46</b>
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	46
6.2	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante .....	48
6.3	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	49
<b>7.</b>	<b>PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>51</b>
7.1	Aerotermia para la generación térmica de ACS.....	51
7.2	Energía solar térmica.....	56
7.3	Biomasa .....	56
7.4	Fotovoltaica - Autoconsumo .....	56
<b>8.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>57</b>

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	GIMNASIO MUNICIPAL
Dirección	Calle Jábega, Marbella
Tipo de edificio	Centro Deportivo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	MAGDA (secretaria) 952 85 90 60
Número de edificios	1

*Tabla 1 Resumen datos generales*

Las instalaciones del **Gimnasio Municipal** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Jábega** en la localidad de **Marbella**.



*Imagen 1 Vista general del Gimnasio Municipal*



*Imagen 2 Vista aérea del Gimnasio Municipal*

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida. m <sup>2</sup>	Nº personas	Horario	Año de construcción
Edificio principal	2	403	300-350 al día	8:00 a 22:00 Agosto cerrado	1993

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Gimnasio	10	8:00 a 22:00 Durante todo el año, Agosto cerrado	Deportivo
Gimnasio máquinas	10	8:00 a 22:00 Durante todo el año, Agosto cerrado	Deportivo
Sala aerobic	20	8:00 a 22:00 Durante todo el año, Agosto cerrado	Deportivo
Vestuario Masculino	15	8:00 a 22:00 Durante todo el año, Agosto cerrado	Deportivo
Vestuario Femenino	15	8:00 a 22:00 Durante todo el año, Agosto cerrado	Deportivo
Recepción	2	8:00 a 22:00 Durante todo el año, Agosto cerrado	Administrativo

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 (m <sup>2</sup> )	Planta 1 (m <sup>2</sup> )	Sup. Total (m <sup>2</sup> )
Aseos	69	--	69
Deportivo	8	239	247
No habitable	--	4	4
Otros	13	--	13
Zonas comunes	29	--	29
Sup. Total (m <sup>2</sup> )	119	243	362

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 espacios deportivos abarca el 68% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a aseos con un 19%.

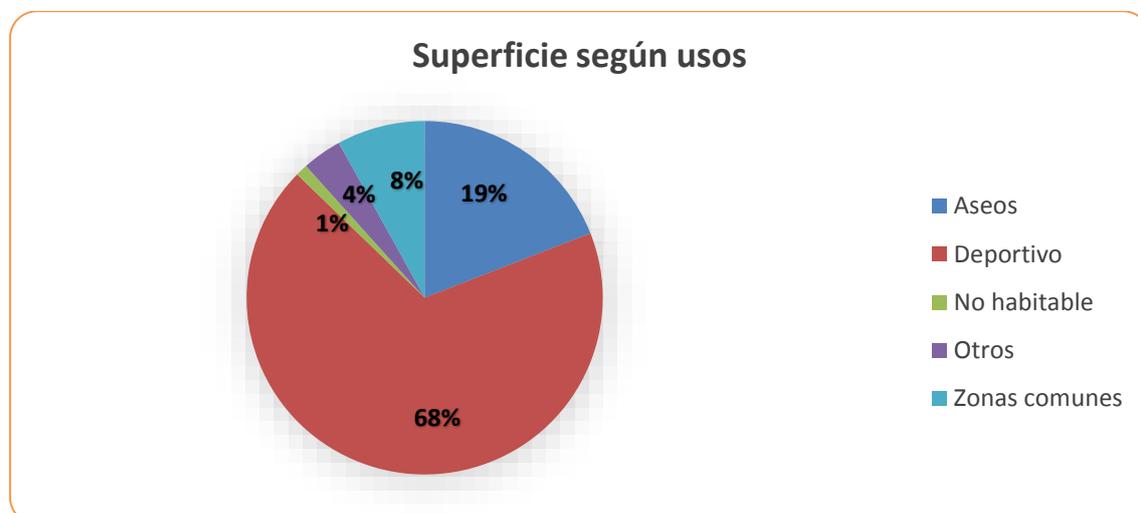
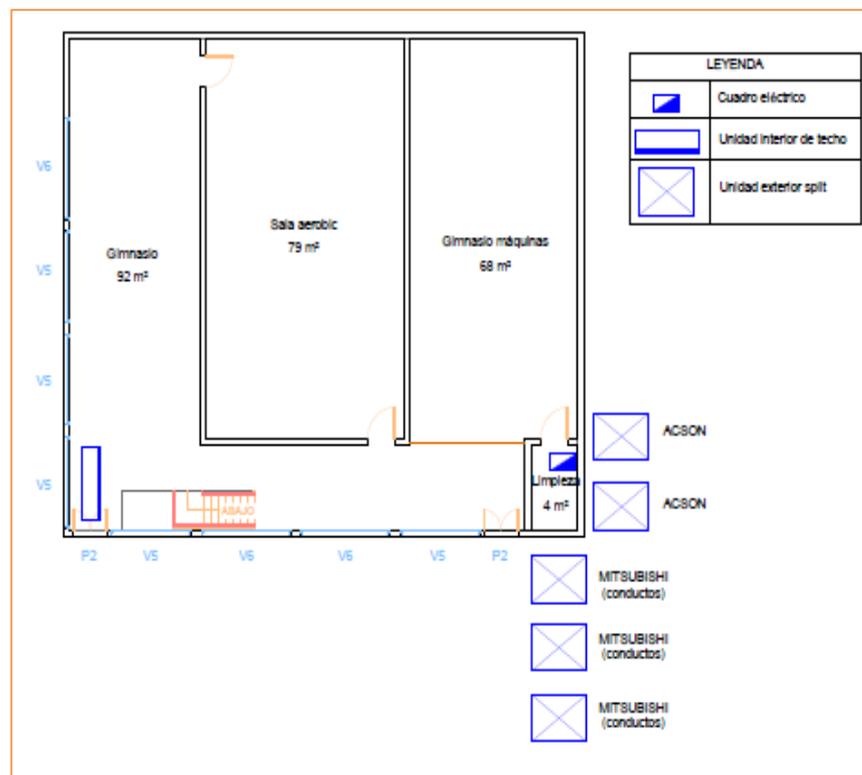


Gráfico 1 Superficie según Usos

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



Plano 1 Planta Baja



Plano 2 Planta Primera

### 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.

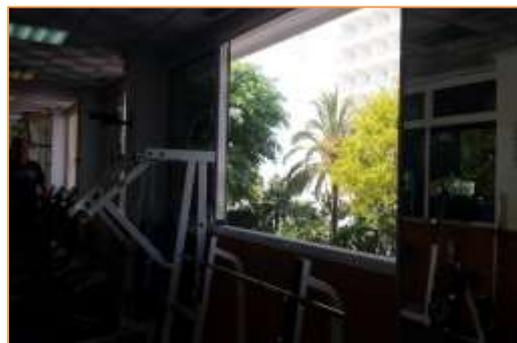
NBE QB: Impermeabilización de cubiertas.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 1993; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

El Gimnasio Municipal es un local de 362m<sup>2</sup> repartidos en dos plantas que se sitúa en un edificio residencial. Dicho edificio, visto en planta, tiene forma de 'U' cuyos laterales aumentan de altura de forma escalonada, formando amplias terrazas hasta llegar a la cubierta plana en el tramo central.

El acceso al gimnasio se encuentra en la planta baja de la fachada sur, que da a la calle Jábega y se caracteriza por su acabado azulejado en color crudo.

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



*Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior*

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

La climatización de este gimnasio, 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 diferentes tipologías (techo y conductos). Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

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 central mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo.

##### 1.4.1 Producción de ACS

A continuación se resumen los termos-acumuladores eléctricos instalados en el gimnasio para producción-acumulación de ACS de forma local y ubicados en las proximidades de los puntos de consumo:

Número	Tipo 1	Tipo 2
Producción de calor	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica
Edificio	Edificio principal	Edificio principal
Zona de suministro	Vestuarios M y F	Vestuarios M y F
Usuarios/día	300-350	300-350
Volumen de acumulación 1	1.500	1.500
Volumen Acumulación total	1.500	1.500
Temperatura de acumulación (°C)	60	60
Tipo intercambiador de calor	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica
Potencia intercambiador (kW)	20	20
Circuito recirculación	No	No
Solar térmica	No	No

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos – Sala de termos



*Imagen 5 Termos acumuladores eléctricos– Sala de termos*



*Imagen 6 Termos acumuladores eléctricos– Sala de termos*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</b>
		<b>Rev.07</b>

#### 1.4.2 Producción de frío y calor para climatización

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

Nº generador	1	2	3	4
Generador	Unidad exterior sólo frío - Split 1x1	Unidad exterior - Split 1x1	Unidad exterior sólo frío - Split 1x1	Unidad exterior - Split 1x1
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	1	1	1
Ubicación equipo	Fachada Este	Fachada Sur	Fachada Este	Fachada Sur
Zona de tratamiento	Recepción	Gimnasio	Gimnasio	Sala aerobic
Servicio	Refrigeración	Calefacción y refrigeración	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	ACSON	mitsubishi	ACSON	mitsubishi
Modelo	ALC 25B	-	ALC 25B	-
Refrigerante	R22	R410a	R22	R410a
Potencia Frigorífica (kW)	7,33	12,50	7,33	12,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	2,60	4,79	2,94	4,79
EER	2,82	2,61	2,49	2,61
Potencia Calorífica (kW)	-	14,60	-	14,60
Potencia Absorbida Calor (kW)	-	4,51	-	4,51
COP	-	3,24	-	3,24
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Julio	Julio	Julio	Julio
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	8:00 a 14:00	8:00 a 14:00	Uso puntual	8:00 a 14:00
horario funcionamiento (tarde)	14:00 a 22:00	14:00 a 22:00	Uso puntual	14:00 a 22:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas
Observaciones	-	-	-	Fuera de servicio.

Tabla 6 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización

Nº generador	5
Generador	Unidad exterior - Split 1x1
Edificio	Edificio principal
Planta	1
Ubicación equipo	Fachada Sur
Zona de tratamiento	Gimnasio Máquinas
Servicio	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire
Tecnología	Compresor Scroll
Marca	MITSUBISHI
Refrigerante	R410a
Potencia Frigorífica (kW)	12,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	4,79
EER	2,61
Potencia Calorífica (kW)	14,60
Potencia Absorbida Calor (kW)	4,51
COP	3,24
Mes inicio refrigeración	Junio
Mes final refrigeración	Julio
días/semana	L-V
horario funcionamiento (mañana)	8:00 a 14:00
horario funcionamiento (tarde)	14:00 a 22:00
Sistema de gestión centralizado	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas
Observaciones	Placa de características no legible

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



Imagen 7 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa sólo frío - Fachada Este



Imagen 8 Equipos de producción de frío y calor para climatización– Sistema autónomo de expansión directa BdC - Fachada Sur

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

<b>Calefacción</b>	<b>43,80 kW</b>
<b>Refrigeración</b>	<b>52,16 kW</b>

Tabla 8 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

### 1.4.3 Unidades Terminales

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

#### Unidades interiores – Expansión directa

El gimnasio consta de unidades interiores de diferentes tipologías (techo y conductos) 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	5
Unidad terminal	Unidad interior - Split				
Tipo	Techo	Conductos	Techo	Conductos	Conductos
Servicio	Refrigeración	Calefacción y refrigeración	Refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - Split				
Planta	0	1	1	1	1
Zona de tratamiento	Recepción	Gimnasio	Gimnasio	Sala aerobic	Gimnasio Máquinas
Marca	ACSON	MITSUBISHI	ACSON	MITSUBISHI	MITSUBISHI
Modelo	RCM25D-AFBA	0	RCM25D-AFBA	-	-
Cantidad	1	1	1	1	1
Batería calor	-	R-410a	-	R-410a	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	-	14,60	-	14,60	14,60
Batería frío	R-22	R-410a	R-22	R-410a	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	7,33	12,50	7,33	12,50	12,50
Pot. Abs. (kW)	0,10	0,25	0,10	0,25	0,25
Regulación	Válvula de expansión electrónica				
Tipo control	Termostato por usuario				
Observaciones	-	-	-	-	-

*Tabla 9 Características técnicas de unidades interiores instaladas*



Imagen 9 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Unidad interior –Split tipo techo** - Recepción



Imagen 10 Tipología de **unidades interiores** instaladas - **Unidad interior –Split tipo techo**- Gimnasio

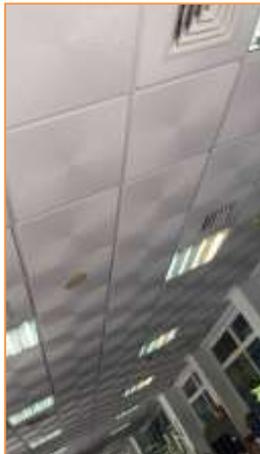


Imagen 11 Tipología de **unidades interiores** instaladas - **Unidad interior –Split tipo conductos** - Gimnasio

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Deportivo	239,00	43,80	183,26
<b>Total</b>	<b>239,00</b>	<b>43,80</b>	<b>183,26</b>

Tabla 10 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 gimnasio:

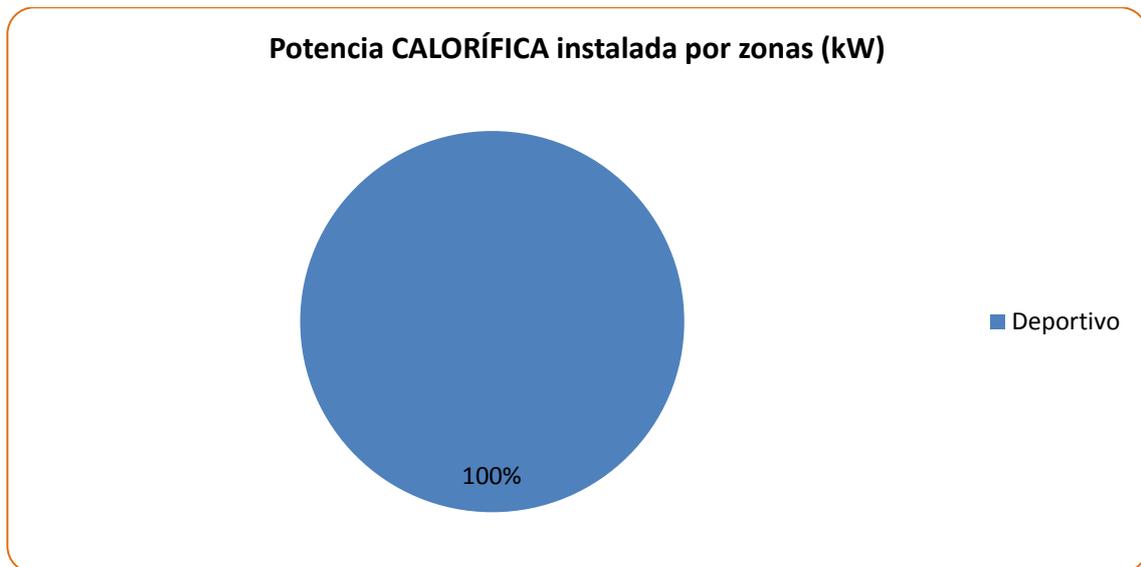


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

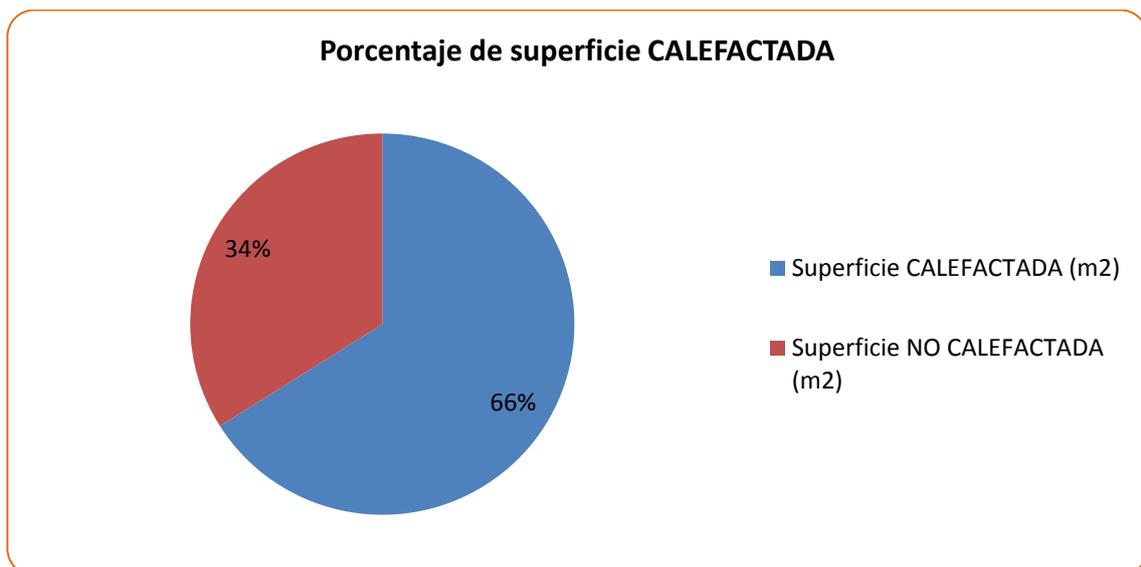


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Deportivo	239,00	44,83	187,57
Zonas comunes	29,00	7,33	252,76
<b>Total</b>	<b>268,00</b>	<b>52,16</b>	<b>194,63</b>

Tabla 11 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 gimnasio:

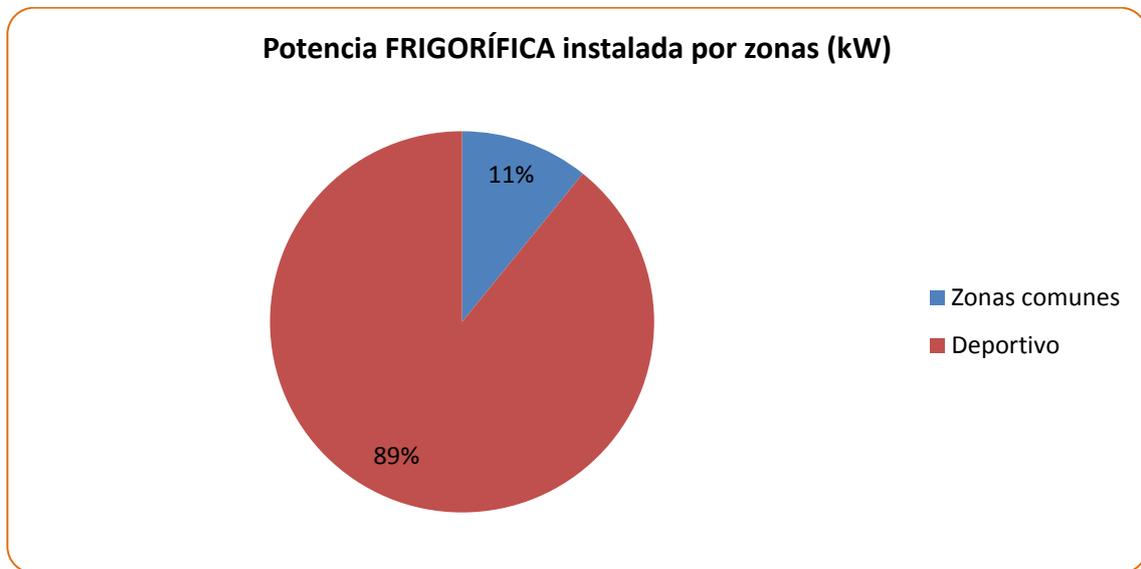


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

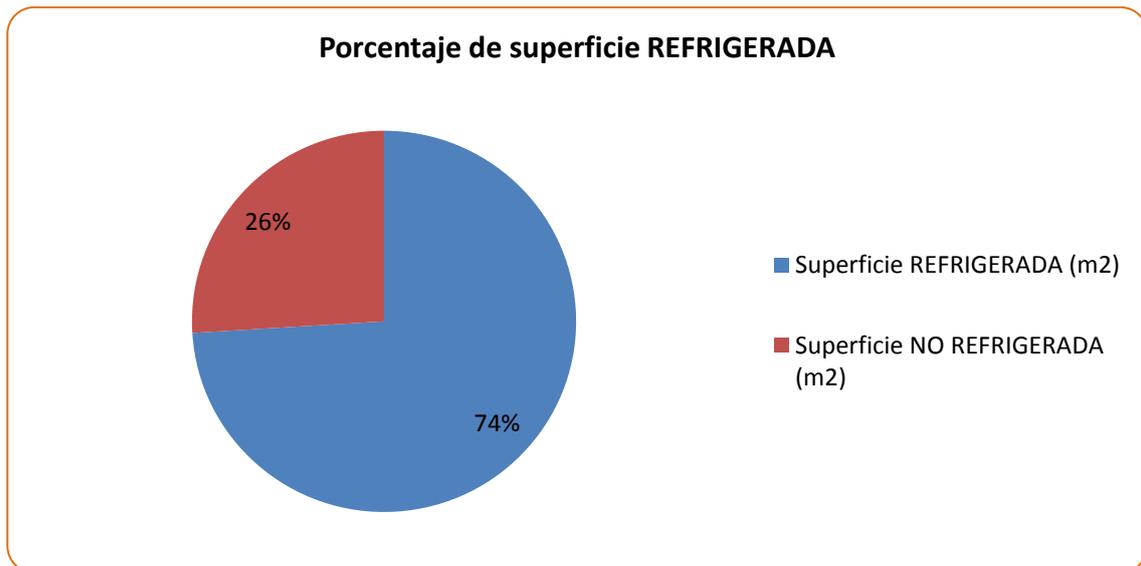


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 6,88 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

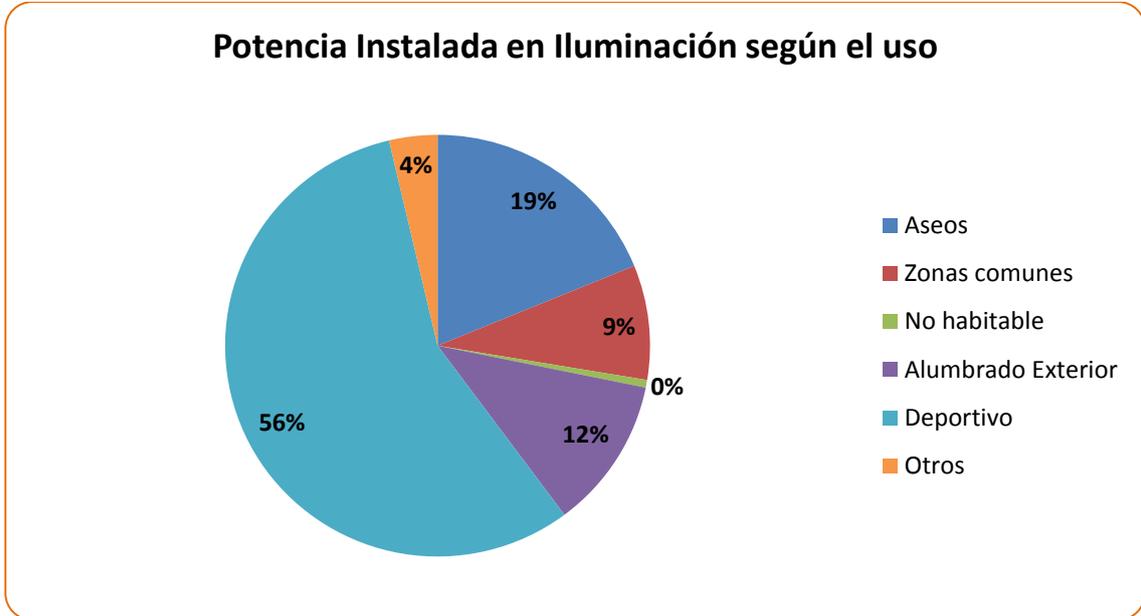


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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 gimnasio.

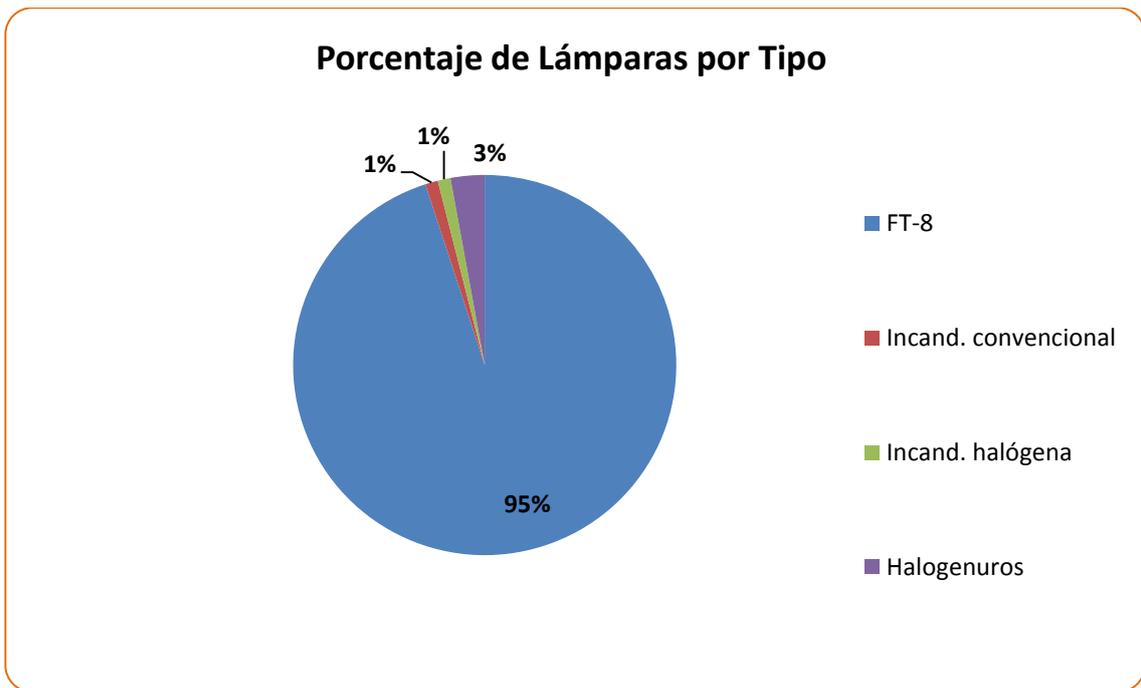


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

### 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	68	5,81
FT-8	68	5,81
1	1	0,02
18	1	0,02
4	65	5,62
18	65	5,62
2	2	0,17
36	2	0,17
-	6	0,27
Incand. convencional	3	0,12
1	3	0,12
40	3	0,12
Incand. halógena	3	0,15
1	3	0,15
50	3	0,15
<b>Total general</b>	<b>74</b>	<b>6,08</b>

Tabla 12 Resumen de lámparas instaladas

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

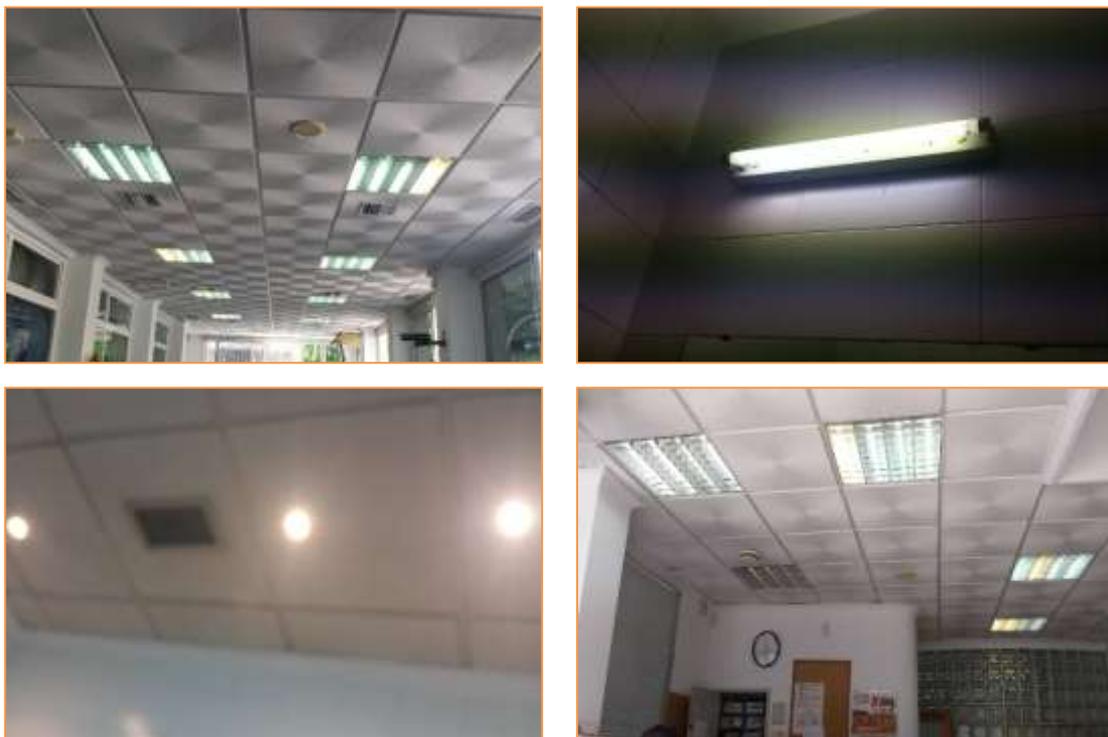


Imagen 12 Tipos de luminarias instaladas

### 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)
-	8	0,80
Halogenuros	8	0,80
1	8	0,80
100	8	0,80
<b>Total general</b>	<b>8</b>	<b>0,80</b>

*Tabla 13 Resumen de iluminación exterior*



*Imagen 13 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

Para determinar el perfil de comportamiento de la instalación, se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas; con los datos obtenidos en una semana “estándar” nos podemos hacer a la idea del comportamiento general.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</b>
		<b>Rev.07</b>

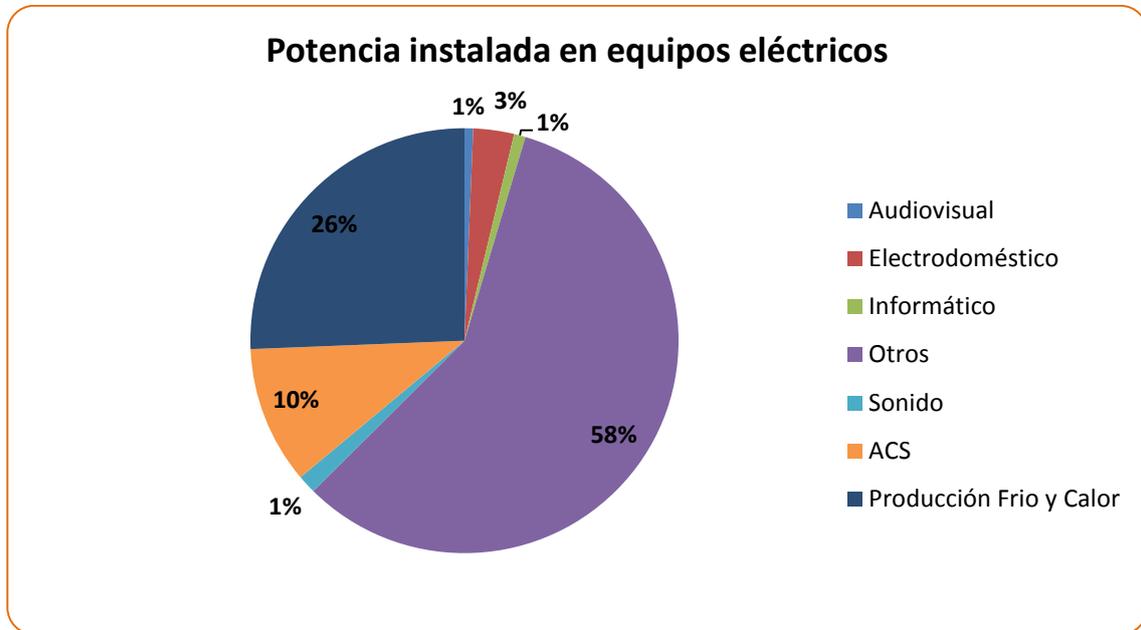
### 1.6 Otros equipos

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

<b>Tipos de Equipos</b>	<b>Nº Equipos</b>	<b>Potencia total (kW)</b>
<b>Audiovisual</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>
Television LCD	2	0,5
250	2	0,5
<b>Electrodoméstico</b>	<b>13</b>	<b>2,35</b>
Extractor	11	0,33
30	11	0,33
Cafetera	1	1,8
1800	1	1,8
Nevera	1	0,22
220	1	0,22
<b>Informático</b>	<b>2</b>	<b>0,66</b>
Ordenador sobremesa	1	0,3
300	1	0,3
Impresora doméstica	1	0,36
360	1	0,36
<b>Otros</b>	<b>21</b>	<b>44,198</b>
Rack	1	0,034
34	1	0,034
Equipo música	2	0,041
20	1	0,02
21	1	0,021
Otros	1	0,1
100	1	0,1
Impresora de tickets	1	0,043
43	1	0,043
Sauna	2	12
6000	2	12
Cinta de correr	4	14,08
3520	4	14,08
maquina Step	4	8,8
2200	4	8,8
Elíptica	4	8,8
2200	4	8,8
Bicicleta estática	2	0,3
150	2	0,3
<b>Sonido</b>	<b>23</b>	<b>1,072</b>
Altavoz	22	0,952
250	2	0,5
300	1	0,3
8	19	0,152
Mini cadena música	1	0,12
120	1	0,12
<b>Producción de frío y calor</b>	<b>5</b>	<b>19,57</b>
Autónomo de expansión directa sólo frío - Split 1x1	2	5,2
2600	2	5,2
Autónomo de expansión directa BdC - Split 1x1	3	14,37
4790	3	14,37
<b>ACS</b>	<b>2</b>	<b>8</b>
Termo-acumulador eléctrico	2	8
1500	2	8
<b>Total general</b>	<b>68</b>	<b>76,35</b>

Tabla 14 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

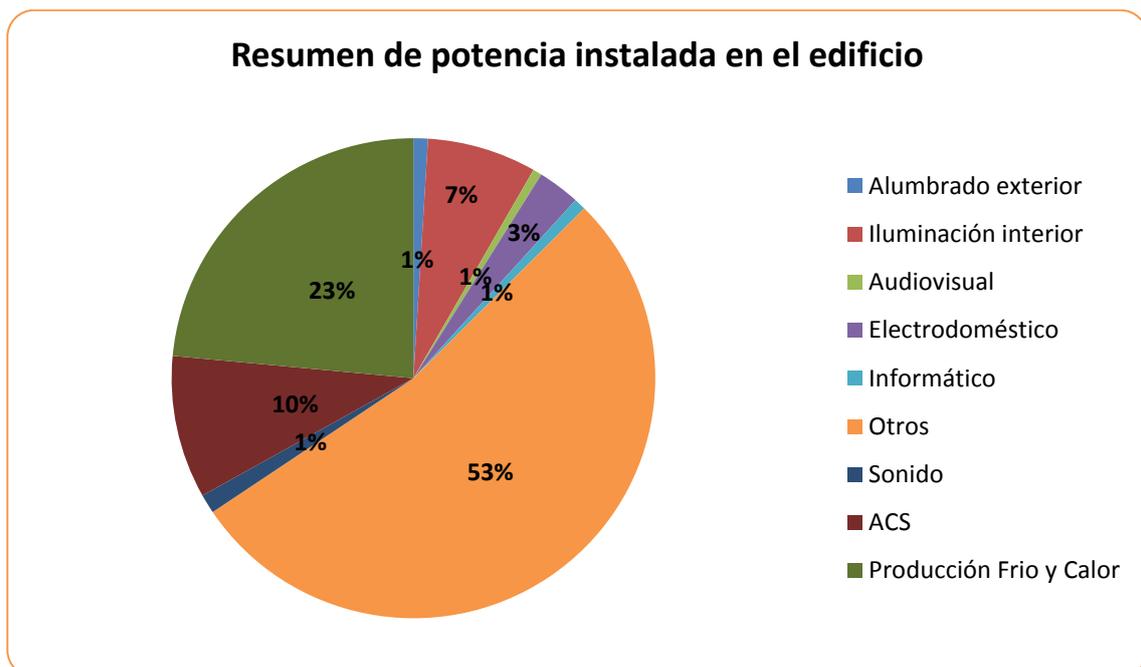
El siguiente gráfico muestra el peso porcentual que cobra cada tipología de equipo eléctrico en cuanto a potencia instalada.



*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 gimnasio:



*Gráfico 9 Potencia instalada por usos*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	1306
		63
		Rev.07

## 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>	ES0031103479027002KR0F	<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>	29,58	29,58	29,58
<b>Término de potencia (€/kW año)</b>	40,728525	24,437115	16,291410
<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 Enero de 2014 hasta Diciembre del 2014.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
14/01/2014	12/02/2014	1.701	4.674	1.194	42 /45 /36	22,33	1.305,41
12/02/2014	12/03/2014	1.445	3.788	1.039	43 /46 /41	28,64	1.193,91
12/03/2014	10/04/2014	1.731	4.621	1.090	45 /46 /35	20,53	1.334,85
10/04/2014	14/05/2014	1.384	4.532	1.199	38 /45 /30	24,30	1.257,77
14/05/2014	13/06/2014	1.558	4.145	1.011	47 /47 /32	31,70	1.300,37
13/06/2014	14/07/2014	1.572	3.909	1.153	43 /48 /36	50,00	1.311,05
14/07/2014	12/08/2014	714	1.690	489	40 /46 /41	26,37	804,96
12/08/2014	11/09/2014	1.039	2068	588	36 /45 /30	39,46	839,47
11/09/2014	14/10/2014	1.648	4.741	1.233	42 /46 /37	66,72	1.451,36
14/10/2014	11/11/2014	1.439	4.179	1.072	53 /48 /33	46,50	1.350,85
11/11/2014	11/12/2014	1.731	4.196	1.142	45 /49 /33	35,86	1.349,52
11/12/2014	13/01/2015	1.286	3.396	1.034	46 /49 /28	58,38	1.211,81

Tabla 15 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **450,79 €/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).

	P1	P2	P3
<b>Potencia contratada (kW)</b>	29,58	29,58	29,58
<b>Potencia registrada (kW)</b>	53	49	40

Tabla 16 Potencias contratada y registrada

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:

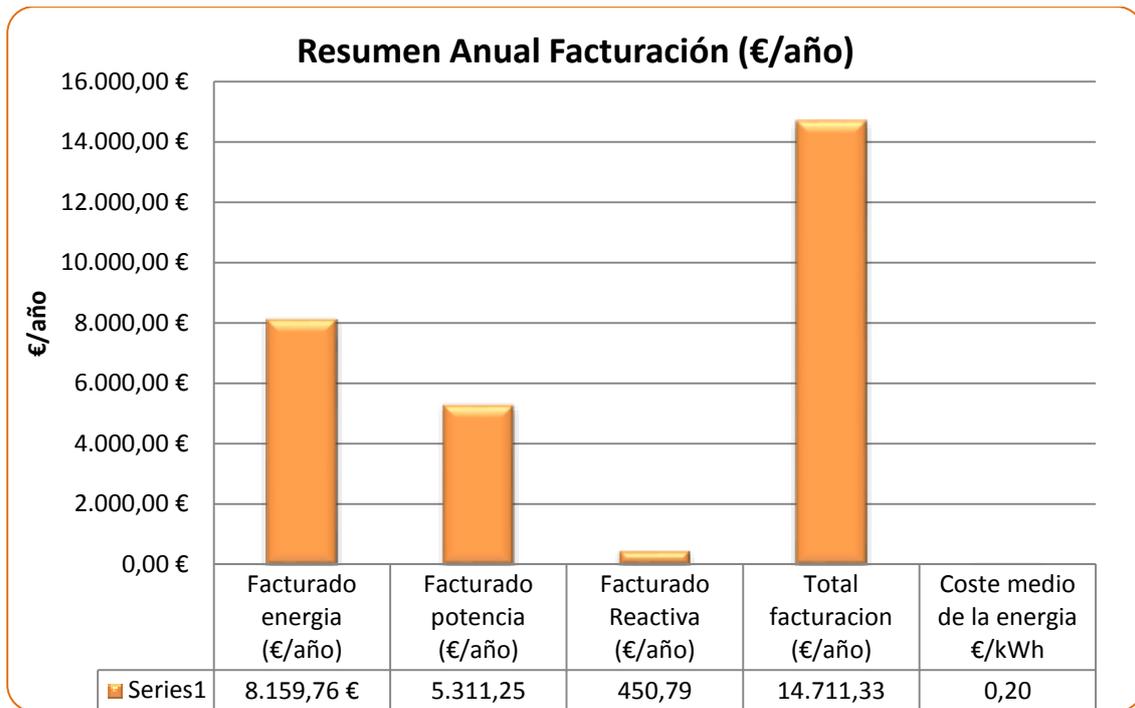


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

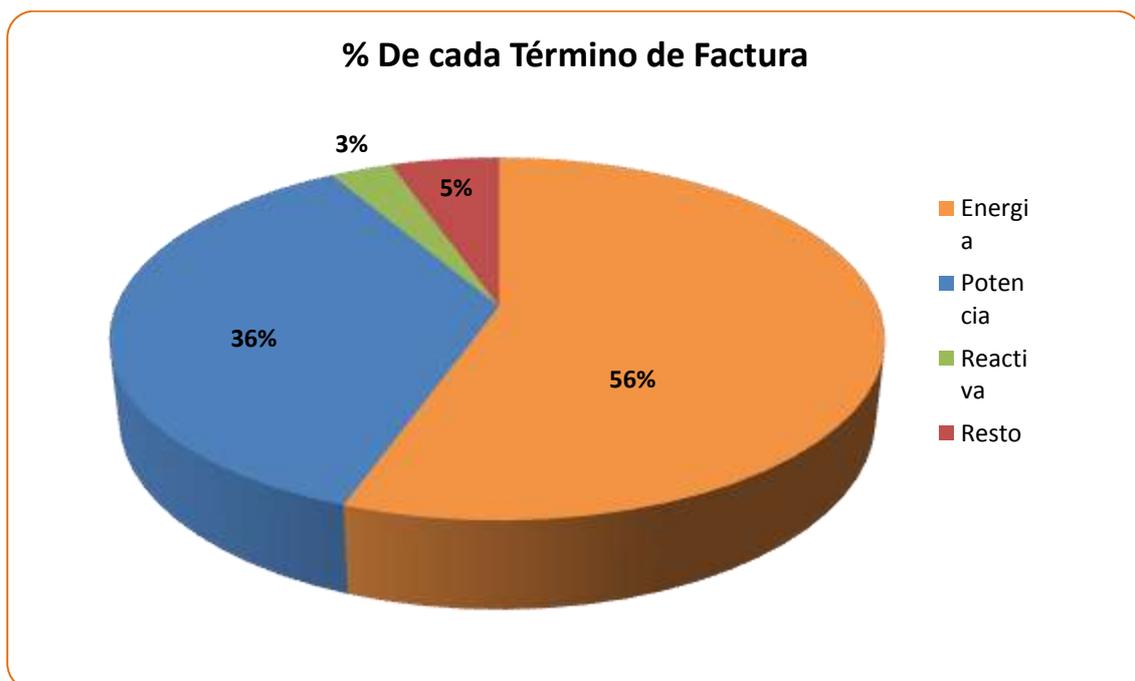


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

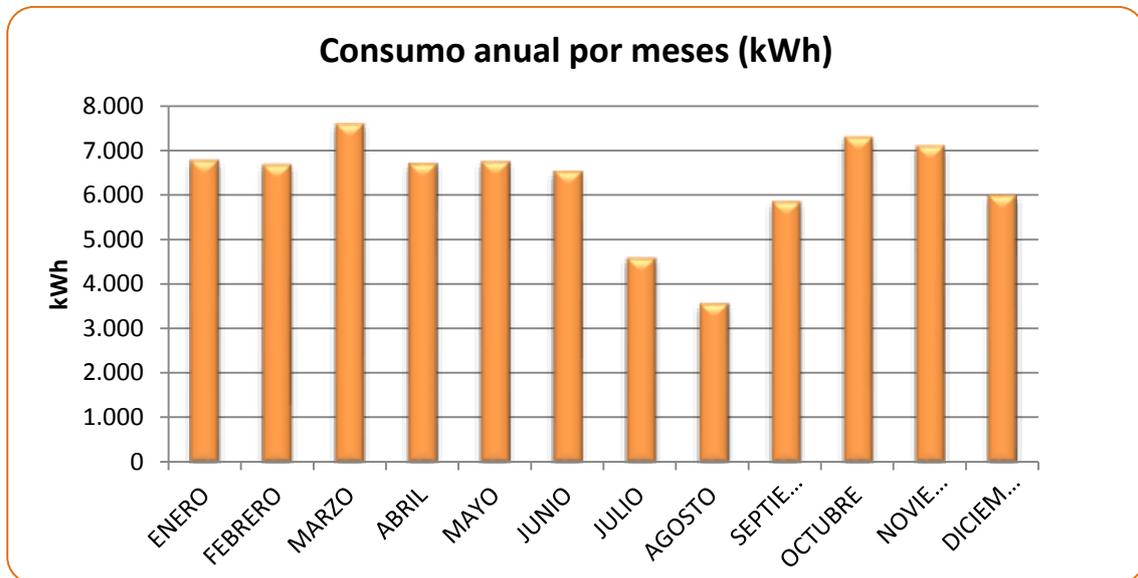


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

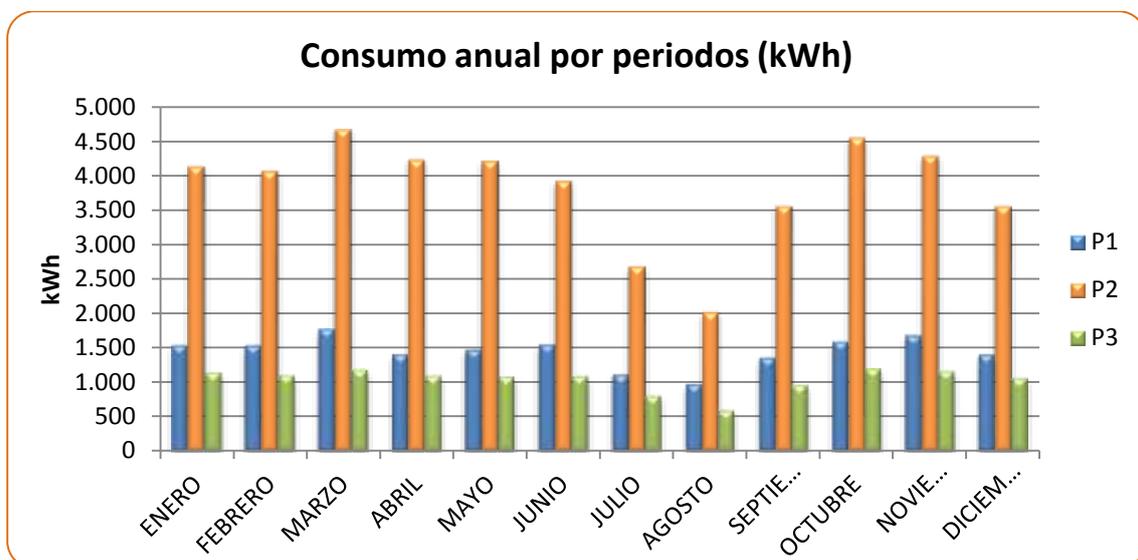


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	75.431
Total Facturación (€)	14.711,33
Media mensual de consumo (kWh/mes)	6.286
Media mensual de coste (€/mes)	1.225,94
Coste medio energía (€/kWh)	0,195

Tabla 17 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

## 2.2 Consumos térmicos

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

## 2.3 Consumos energéticos totales

	Electricidad	Combustible (PCI)	Total
Consumo (kWh/año)	75.431,00	0,00	75.431,00
Coste (€/año)	14.711,33	0,00	14.711,33

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	300-350 al día
Superficie total (m <sup>2</sup> )	348,00
Pot. Instalada iluminación (kW)	6,08
Pot. Instalada alumbrado exterior (kW)	0,8
Pot. instalada equipos eléctricos (kW)	76,35
Pot. eléctrica total instalada (kW)	82,43

Tabla 19 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	75.431,00
€/kWh	0,20
kWh/m <sup>2</sup> Total	216,76
€/m <sup>2</sup> Total	42,27
kWh/persona uso	-
€/persona uso	-
Ton CO <sub>2</sub> /año	30,10
Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	86,49
Pot. Iluminación en W/m <sup>2</sup>	17,47

Tabla 20 Resumen Índices energéticos eléctricos

### 2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

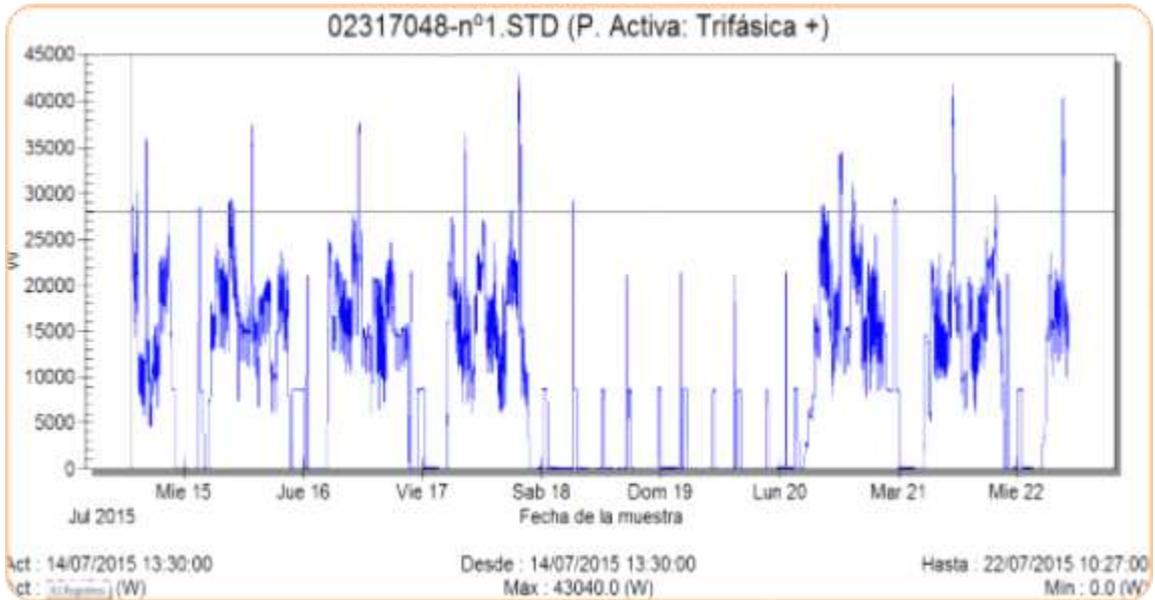


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 14/07/2015 al 22/07/2015

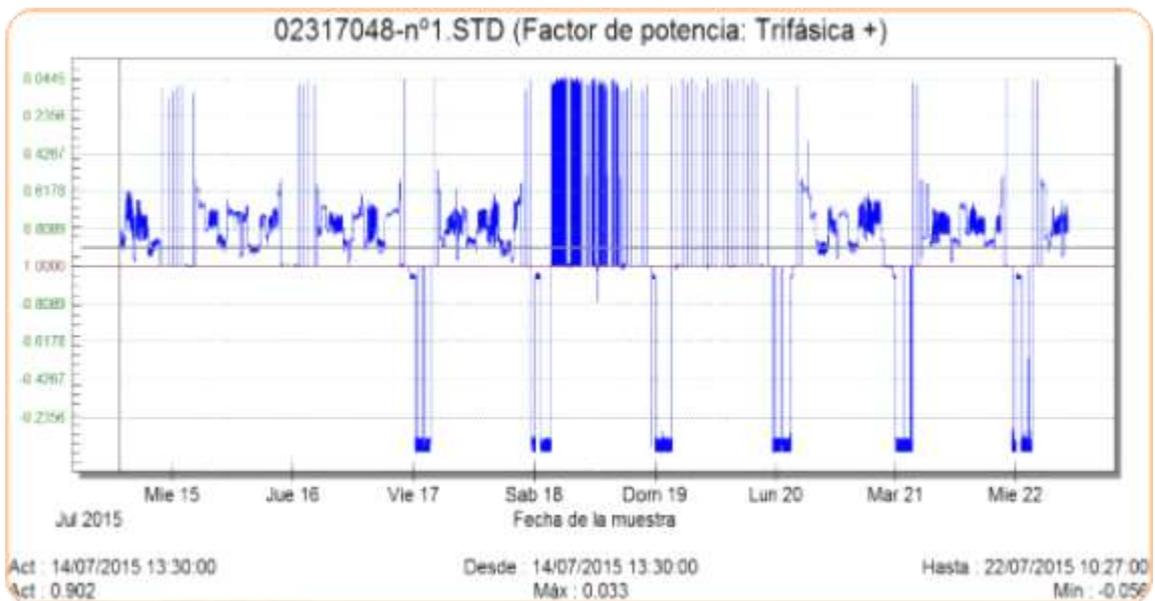
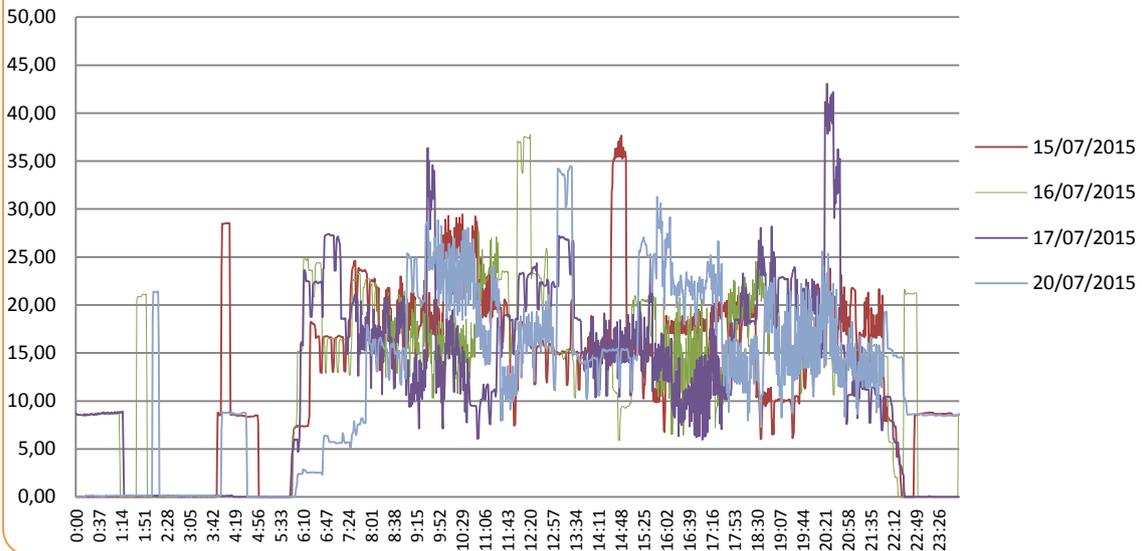


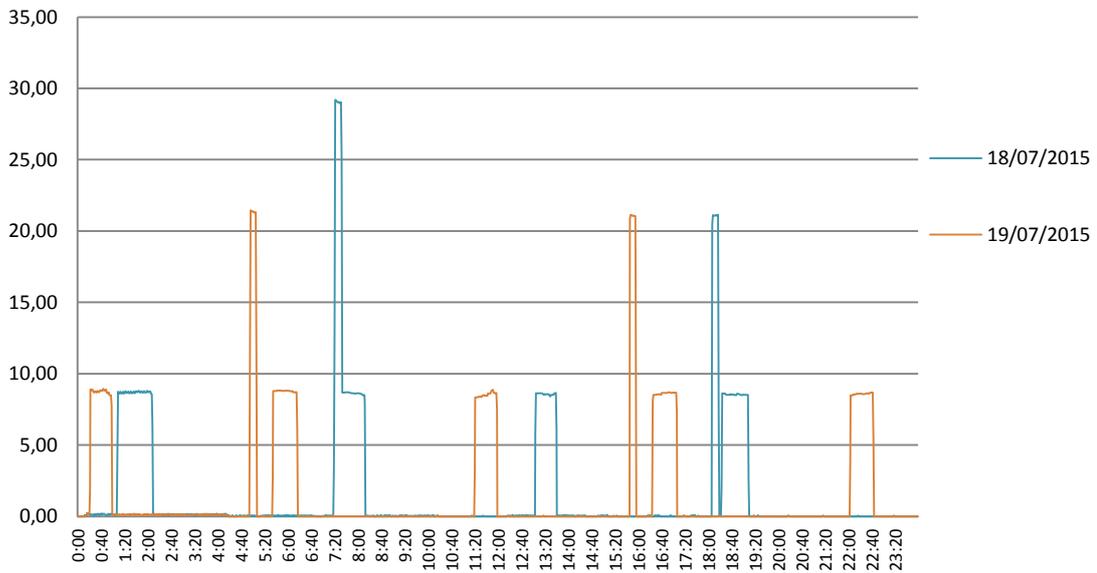
Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

### Potencia Registrada en días laborales (kW)



*Gráfico 16 Potencia registrada en días laborales (kW)*

### Potencia Registrada en días festivos (kW)



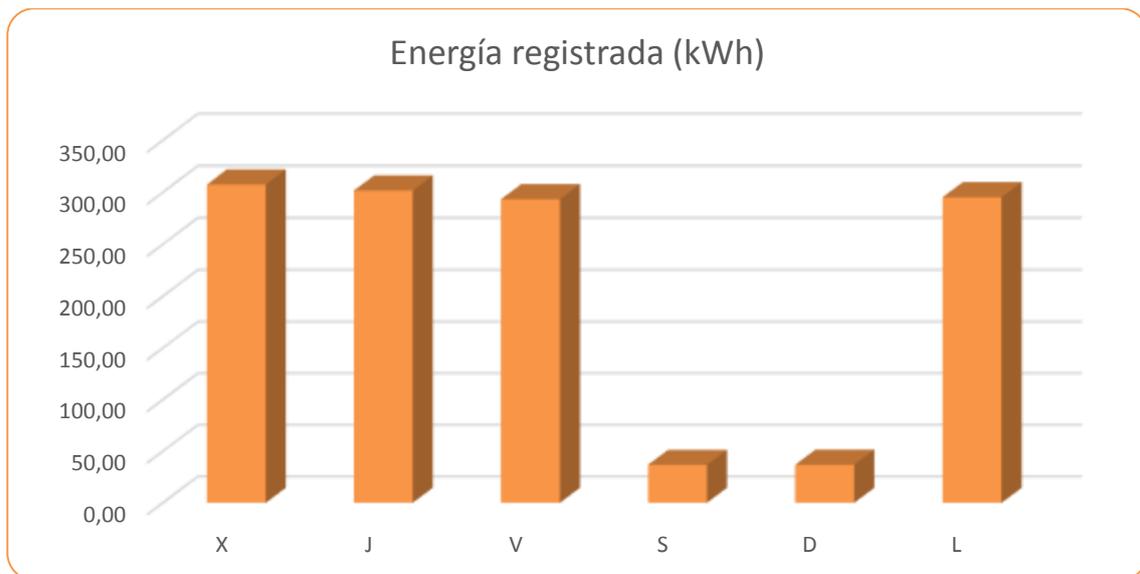
*Gráfico 17 Potencia registrada en días no laborales (kW)*

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 2,5 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días laborales son muy homogéneos con una potencia máxima de 42 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario de uso del edificio de 6 a 22.

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos y/o los termos eléctricos instalados.

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



*Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días laborales es de 298,02 kWh y durante los días festivos de 36,83 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 6.634,00 kWh para el mes de Julio, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en Julio de 2014 de un 7,77% superior; 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

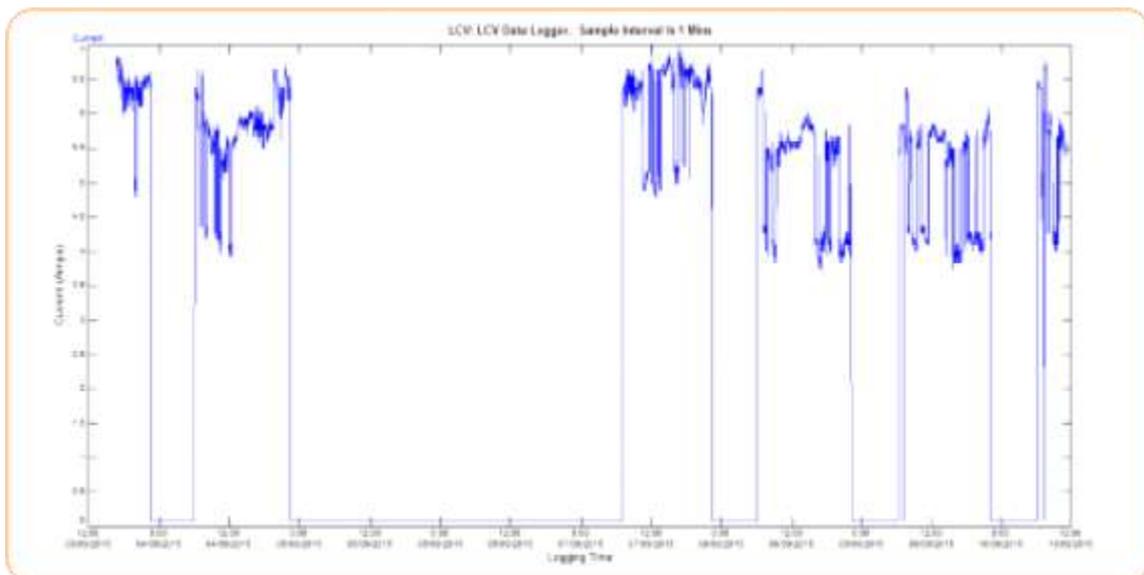
A continuación se muestran las gráficas que nos muestran el perfil de consumo semanal de diferentes zonas y equipos.

**- Vestuario Femenino**



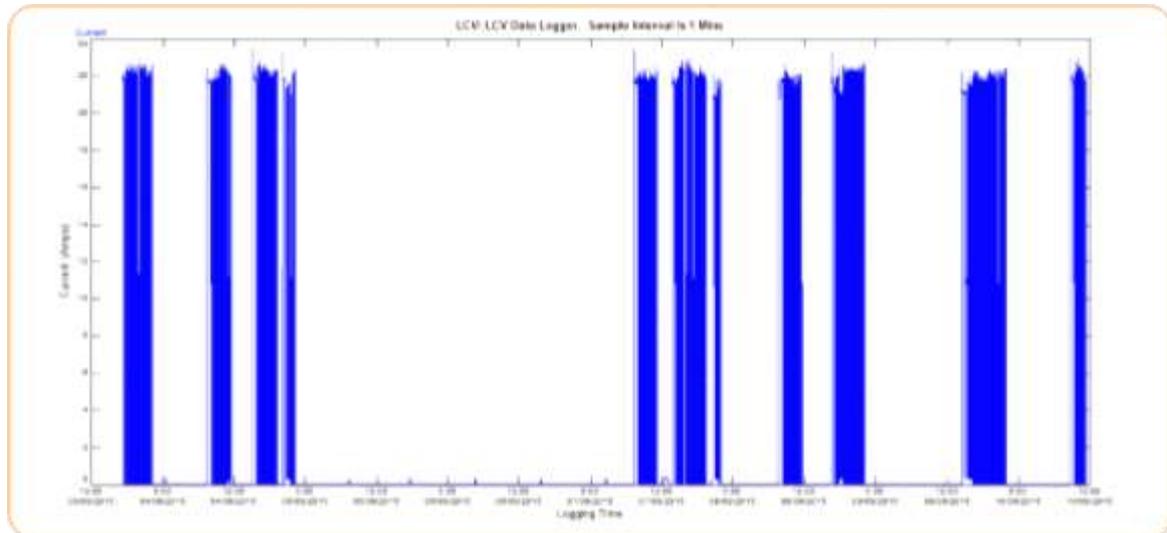
*Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en vestuario femenino*

**- Recepción y Cuarto de Monitores**



*Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en la recepción y cuarto de monitores*

- **Sauna Hombres**



*Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en la sauna de hombres*

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

- Vestuario Femenino: 10,1 h
- Recepcion: 12,42 h.
- Sauna Hombres: 3,7 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<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.

Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
0	Recepción	604,8	29,00	880	300	2,37
0	Cuarto monitores	172,8	30,00	286	150	2,01
0	Aseo Femenino	21,6	31,00	341	150	0,20
0	Vestuario Masculino	604,8	32,00	573	150	3,30
0	Aseo Masculino	86,4	33,00	444	150	0,59
0	Sala de Termos	86,4	34,00	273	100	0,93
1	Gimnasio	1382,4	35,00	536	300	7,37
1	Sala aerobico	1555,2	36,00	620	300	6,97
1	Gimnasio Máquinas	864	37,00	331	300	7,05

Tabla 21 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

La iluminancia media cumple con los valores recomendados.

### 3.3 Medidas térmicas

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

#### 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:

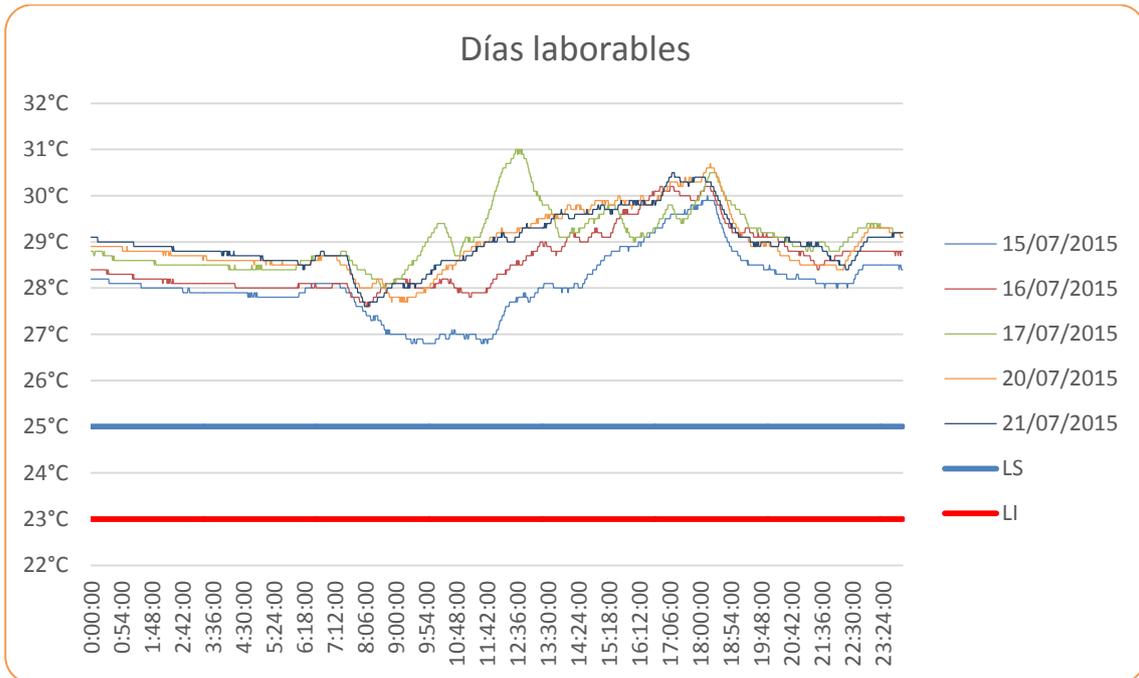
Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 22 Condiciones interiores exigidas por el RITE

**REGISTRO DE VERANO**

Durante el periodo de una semana, entre los días 14/07/2015 y 22/07/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

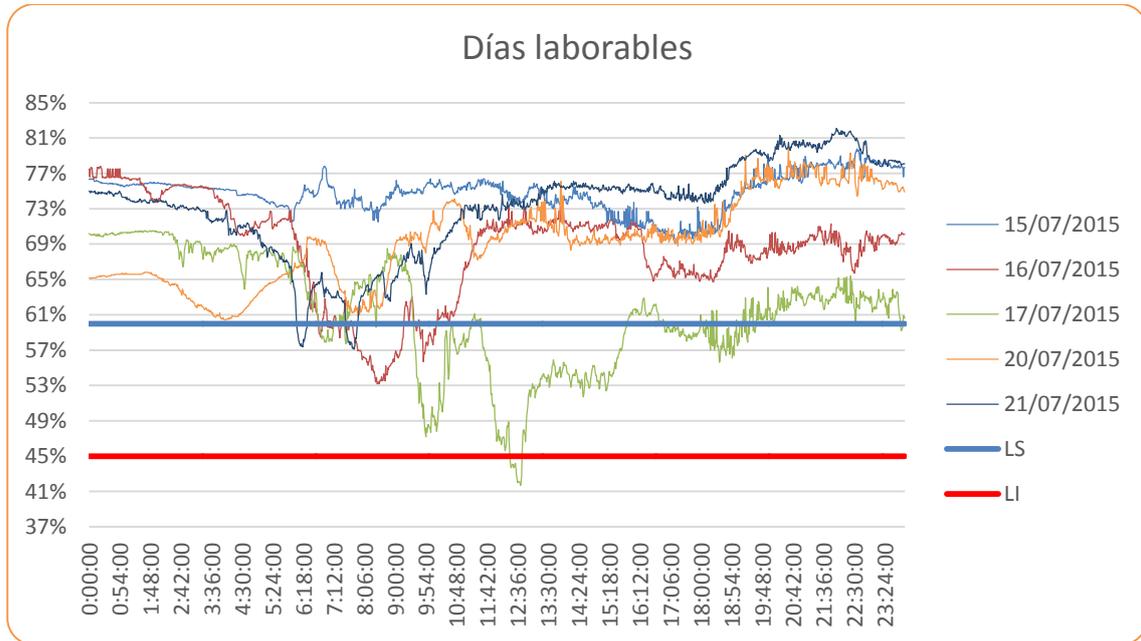
**- Recepción (Planta baja) – Orientación S-O**



*Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables*



*Gráfico 23 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos*



*Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables*



*Gráfico 25 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos*

Esta zona se trata mediante un sistema autónomo sólo frío split 1x1 con unidad interior de tipo techo. La temperatura comienza a descender desde los 28-29°C a partir de las 7:30h de la mañana, coincidiendo con el inicio de la jornada laboral y con la activación del sistema de climatización. A las 9:00h se alcanzan los 26-27°C y a partir de este momento la temperatura se mantiene uniforme en ese intervalo de temperaturas hasta las 12:00h., cuando comienza incrementarse coincidiendo la mayor actividad del gimnasio y con la desactivación del sistema de climatización. Por lo tanto, la temperatura supera los 25°C reglamentarios durante una parte del periodo de ocupación, lo que indica un aporte frigorífico insuficiente en esta zona, aunque no es significativo.

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

La humedad se sitúa por encima del límite inferior requerido por la normativa (45%) durante todo el horario de ocupación, oscilando entre el 53 y 80%.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ❑ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes, aunque no significativas.** En general las temperaturas se encuentran por encima de los 26°C durante los periodos de ocupación, lo cual indica un aporte insuficiente de refrigeración en esta zona, encontrándose la temperatura por encima del límite superior establecido por el RITE (25°C) durante todo el periodo de ocupación.
- ❑ 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 a partir de las 7:30, cuando entra en funcionamiento el sistema de climatización, hasta las 22:00 y a partir de esa hora se va incrementando.

### 3.4 Análisis termográfico

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

### 3.5 Certificación energética

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

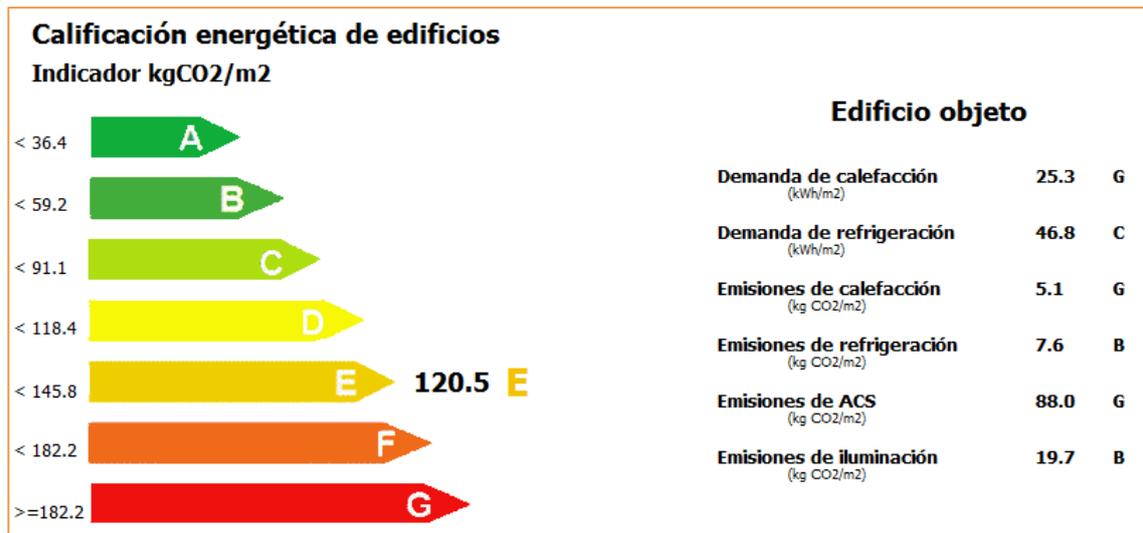


Imagen 14 Etiqueta Certificado Energético

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 gimnasio se obtiene una gráfica en la que se recoge el peso de cada uno de los principales consumos:

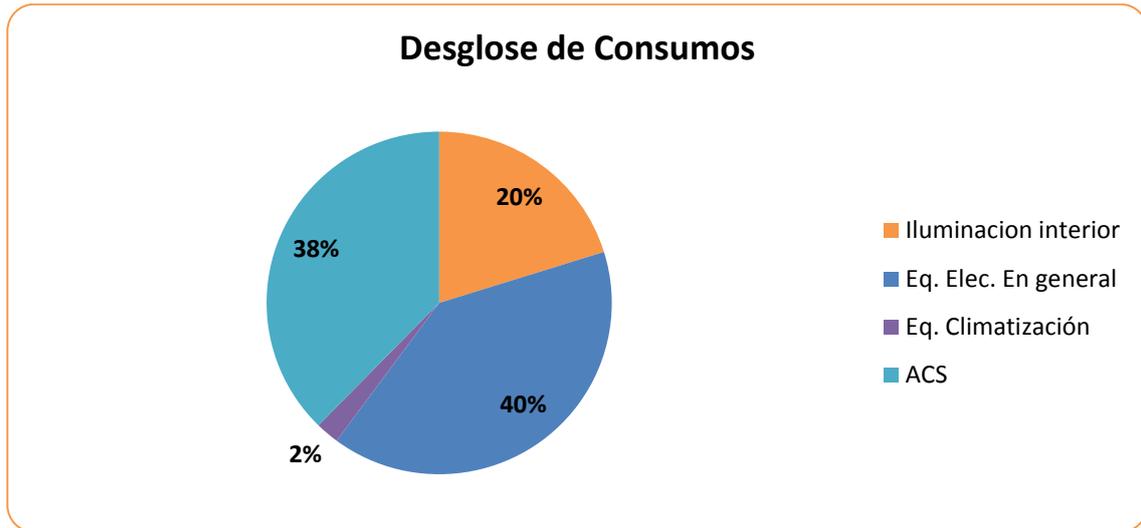


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

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

Además, existe un consumo muy considerable correspondiente a los termo acumuladores eléctricos encargados de la producción de agua caliente sanitaria en el gimnasio.

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 5%.

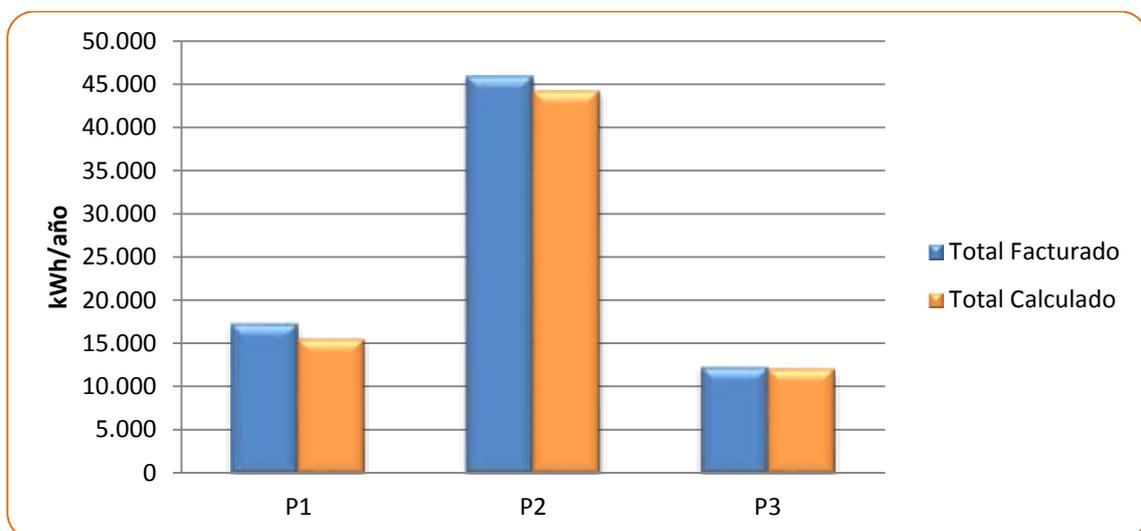


Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</b>
		<b>Rev.07</b>

#### **4.2 Desglose de consumos térmicos**

Tal y como se menciona en apartados anteriores no existe en el gimnasio 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 gimnasio.

## 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>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</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	24,53%	68,61%	6,86%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,47862
Precio de la potencia (€/kW y año)	28,54

### Inversión

Al ser ésta una Auditoría 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			
7.884	54,46%	10,45%	954,16 €	38,11 €	992,27 €	4.877,32 €	4,92	3,15

### 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.

### 5.1 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.

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.

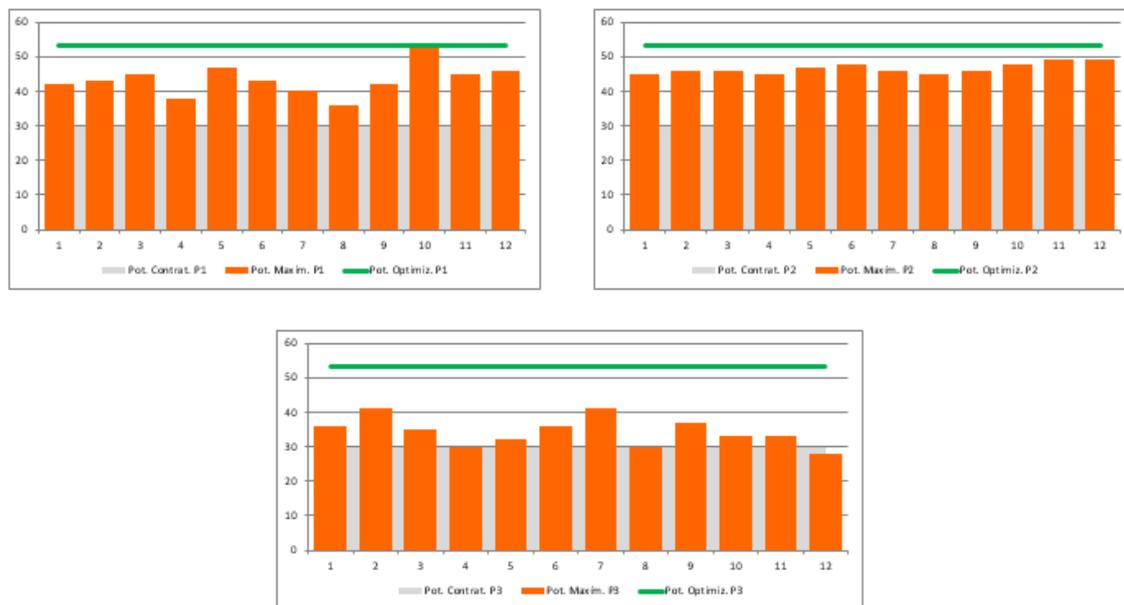


Gráfico 28 Potencias registradas y óptimas por periodo

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 **53 / 53 / 53 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	
29,58	29,58	29,58	53	53	53	1.507,21

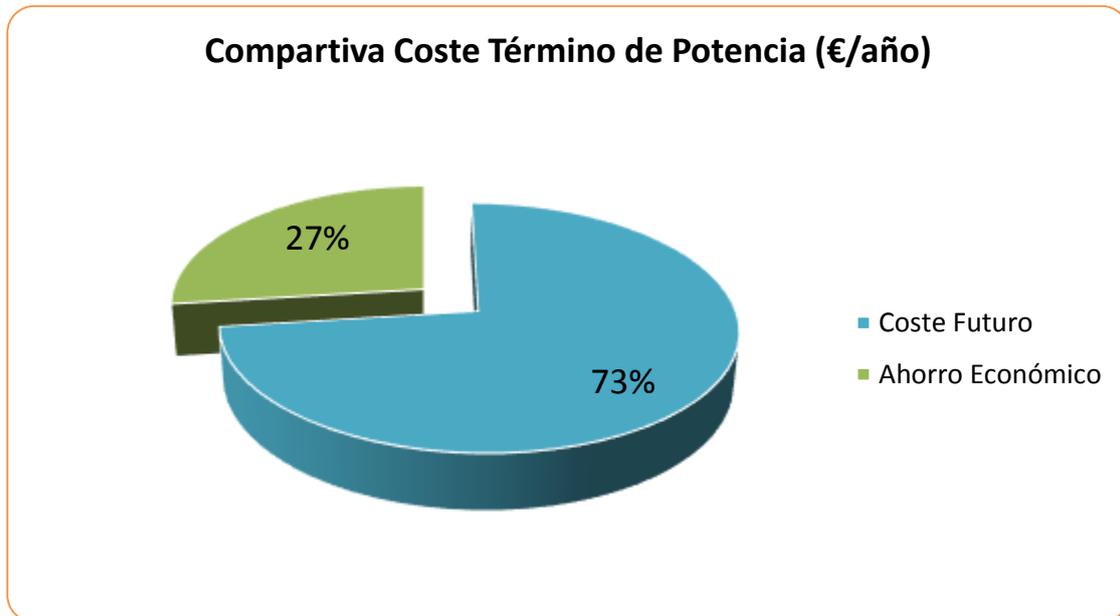


Gráfico 29 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

**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>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	1306
		63
		Rev.07

## 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>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</b>
		<b>Rev.07</b>

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
33,49	6,25+2x12,5	31,25

Tabla 23 Características de batería de condensadores

### Inversión

Al ser ésta una Auditoría 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 831,23 €.

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
--	--	473,84	831,23	1,75	--

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>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	1306
		63
		Rev.07

### 5.3 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante

#### INTRODUCCIÓN

Tal y como se muestra en el apartado dedicado a la descripción de los equipos de producción de frío y calor, el gimnasio consta de equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.

Durante más de cuarenta años, El R-22 (HCFC-22) ha sido el refrigerante de referencia para los sistemas de bomba de calor y aire acondicionado, sin embargo se ha demostrado que las emisiones a la atmosfera de este refrigerante (principalmente por fugas) contribuyen a la destrucción de la capa de ozono.

En consecuencia, las agencias medioambientales acordaron un calendario para la eliminación total del R-22, obligando a los productores de refrigerante y fabricantes de equipos de climatización a encontrar alternativas menos nocivas. El reglamento de la UE (1005/2009) que controla el uso en la UE de las sustancias que destruyen la capa de ozono, establece que a partir del 1 de enero de 2015 queda prohibida totalmente la utilización de R-22 (nuevo, reciclado o recuperado) en equipos o sistemas.

Esto significa que las unidades con este refrigerante que están actualmente el funcionamiento pueden seguir operativas, pero en caso de fallo por fugas o necesidad de otros servicios, estas unidades no se pueden reparar correctamente.

Las unidades con R-22 tienen una esperanza de vida de 10 años y la mayoría han alcanzado dos tercios de su vida útil por lo que lo más adecuado sería planificar una sustitución anticipada, en lugar de arriesgarse a un mayor coste y largos periodos de inactividad cuando la unidad antigua empiece a funcionar mal. Los fabricantes ofrecen la posibilidad de realizar una reconversión del sistema utilizando un refrigerante sustituto, sin embargo esta opción puede acarrear múltiples inconvenientes:

- Posible mal rendimiento del sistema por falta de control del recalentamiento y subenfriamiento del nuevo refrigerante.
- El aceite mineral utilizado con el R-22 puede crear una barrera térmica en el intercambiador, siendo necesario sustituirlo por otro tipo de aceite.
- Algunos sustitutos directos afectan negativamente a la capacidad y eficiencia del sistema, lo que implica mayor tiempo de funcionamiento del equipo en aplicaciones que funcionan de manera continua.
- Es usual tener que cambiar o reajustar la válvula de expansión.
- Para asegurar la fiabilidad del sistema es necesario realizar diversos ajustes y operaciones de mantenimiento.

**CRITERIOS DE DISEÑO**

De forma general, para la realización de los cálculos se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para equipos de más de 15 kW de capacidad se recomienda, como solución más rentable y menos perjudicial para el medio ambiente, invertir en una reforma completa de la instalación (circuito nuevo) diseñada específicamente para los sustitutos del R22, obteniéndose los siguientes beneficios:
  - Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
  - Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
  - Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
  - Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- En el caso de los equipos tipo split 1x1 en el rango de potencias consideradas como domésticas (<15kW), en algunos casos es posible realizar directamente la sustitución de la unidad exterior e interior tras realizar una limpieza con nitrógeno sin tener que reemplazar completamente el circuito de refrigerante, siempre y cuando coincida el diámetro de tubería y teniendo en cuenta que puede reducirse la longitud máxima de tubería entre ambas unidades.
- Las horas de funcionamiento equivalentes en modo calefacción y en modo refrigeración se han determinado mediante la aplicación de factores de carga que responden al horario de funcionamiento de los equipos, al estado actual de los mismos y a la severidad climática (grados día de calefacción HDD-15 y de refrigeración CDD-20) del municipio al que pertenece el gimnasio. El factor de carga en este caso se sitúa en torno al 25-30%. Estas estimaciones se apoyan en las mediciones realizadas en equipos con similares condiciones de funcionamiento.
- El rendimiento medio estacional del equipo actualmente instalado se ha determinado partiendo del rendimiento nominal afectado por los siguientes factores reductores (este criterio se corresponde con el propuesto por el IDAE en los programas de certificación energética):
  - Factor de ponderación: Su valor se calcula en base a la tipología del equipo actualmente instalado, al horario de funcionamiento y a la zona climática a la que pertenece el gimnasio.

Intensidad	Fp - Calefacción	Fp - Refrigeración
baja 8h	0,716	0,850
alta 16h	0,728	0,830

Tabla 25 Factor de ponderación

- El dimensionamiento de los nuevos equipos propuestos a sustituir se ha realizado manteniendo la capacidad térmica del equipo actualmente instalado, comprobando que el ratio W/m<sup>2</sup> se adapta a las necesidades de la zona. Las características del nuevo equipo a implantar de deben adaptar a las condiciones técnicas de la instalación existente (por ejemplo en el caso de equipos de conductos con impulsión a rejillas lineales, difusores, toberas, multi-toberas, etc.).

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</b>
		<b>Rev.07</b>

- El rendimiento estacional considerado para los nuevos equipos propuestos es el recogido en la información técnica de los catálogos de las principales marcas calculado según la EN14825.
- Para el cálculo de la inversión se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de equipos y a empresas instaladoras para obtener un valor promedio realista.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</b>
		<b>Rev.07</b>

### RESUMEN DE PROPUESTAS – Equipos con R-22

A continuación se resumen el ahorro energético y económico, así como el periodo de amortización derivado de la sustitución de los equipos que utilizan R-22 como refrigerante instalados en el gimnasio.

Zona de tratamiento	Tipología de equipo	Horario	Capacidad Frigorífica (kW)	Capacidad Calorífica (kW)	horas anuales equivalentes - Refrig.	horas anuales equivalentes - Calef.	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Emisiones evitadas (tn CO2)	Inversión (€)	Periodo de retorno simple (años)	Actuación propuesta
Recepción	Sistema autónomo de expansión directa sólo frío - Split 1x1	8:00-22:00 (L-V)	6,80	7,50	115	0	174,56	58,3%	22,77	0,07	2.363,15	103,77	NO
Gimnasio	Sistema autónomo de expansión directa sólo frío - Split 1x1	Usos puntual	6,80	7,50	61	0	111,80	62,2%	14,59	0,04	2.363,15	162,01	NO

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</b>
		<b>Rev.07</b>

### RESUMEN DETALLADO

#### RECEPCIÓN – Sistema autónomo de expansión directa – Split – 1x1 – Techo

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	7,33	-	2,82	-	2,34	-
Propuesto	6,80	7,50	3,46	4,00	5,61	3,90

Tabla 26 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	889,85 €
	Unidad interior	783,90 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	219,80 €
	Instalación eléctrica y de control	119,60 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	350,00 €
	<b>TOTAL</b>	<b>2.363,15 €</b>

Tabla 27 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)		kWh/año	€/año	€	años
0,00	700,73	299,46	124,91	174,56	22,77	2.363,15	103,77

Tabla 28 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Periodo retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	%[1]	€/año	€[2]	años	Ton/año
174,56	58,3%	22,77	2.363,15	103,77	0,07

Tabla 29 Resumen de resultados principales obtenidos

2

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

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	1306
		63
		Rev.07

### RESUMEN DETALLADO

#### GIMNASIO – Sistema autónomo de expansión directa – Split – 1x1 – Techo

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	7,33	-	2,49	-	2,12	-
Propuesto	6,80	7,50	3,46	4,00	5,61	3,90

Tabla 30 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	889,85 €
	Unidad interior	783,90 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	219,80 €
	Instalación eléctrica y de control	119,60 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	350,00 €
<b>TOTAL</b>		<b>2.363,15 €</b>

Tabla 31 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)		kWh/año	€/año	€	años
0,00	380,78	179,68	67,87	111,80	14,59	2.363,15	162,01

Tabla 32 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Periodo retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	%[1]	€/año	€[2]	años	Ton/año
111,80	62,2%	14,59	2.363,15	162,01	0,04

Tabla 33 Resumen de resultados principales obtenidos

3

<sup>3 3</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	1306
		63
		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 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>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</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>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</b>
		<b>Rev.07</b>

## 6.2 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante

Como puede comprobarse en el apartado dedicado a la descripción de los equipos de producción de frío y calor, el gimnasio cuenta con equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.

Durante más de cuarenta años, El R-22 (HCFC-22) ha sido el refrigerante de referencia para los sistemas de bomba de calor y aire acondicionado, sin embargo se ha demostrado que las emisiones a la atmosfera de este refrigerante (principalmente por fugas) contribuyen a la destrucción de la capa de ozono.

En consecuencia, las agencias medioambientales acordaron un calendario para la eliminación total del R-22, obligando a los productores de refrigerante y fabricantes de equipos de climatización a encontrar alternativas menos nocivas. El reglamento de la UE (1005/2009) que controla el uso en la UE de las sustancias que destruyen la capa de ozono, establece que a partir del 1 de enero de 2015 queda prohibida totalmente la utilización de R-22 (nuevo, reciclado o recuperado) en equipos o sistemas.

Esto significa que las unidades con este refrigerante que están actualmente el funcionamiento pueden seguir operativas, pero en caso de fallo por fugas o necesidad de otros servicios, estas unidades no se pueden reparar correctamente.

Las unidades con R-22 tienen una esperanza de vida de 10 años y la mayoría han alcanzado dos tercios de su vida útil por lo que lo más adecuado sería planificar una sustitución anticipada, en lugar de arriesgarse a un mayor coste y largos periodos de inactividad cuando la unidad antigua empiece a funcionar mal. Los fabricantes ofrecen la posibilidad de realizar una reconversión del sistema utilizando un refrigerante sustituto, sin embargo esta opción puede acarrear múltiples inconvenientes:

- Posible mal rendimiento del sistema por falta de control del recalentamiento y subenfriamiento del nuevo refrigerante.
- El aceite mineral utilizado con el R-22 puede crear una barrera térmica en el intercambiador, siendo necesario sustituirlo por otro tipo de aceite.
- Algunos sustitutos directos afectan negativamente a la capacidad y eficiencia del sistema, lo que implica mayor tiempo de funcionamiento del equipo en aplicaciones que funcionan de manera continua.
- Es usual tener que cambiar o reajustar la válvula de expansión.
- Para asegurar la fiabilidad del sistema es necesario realizar diversos ajustes y operaciones de mantenimiento.

Por estos motivos, como solución más rentable y menos perjudicial para el medio ambiente, en esta auditoría se recomienda invertir en una reforma completa de la instalación (circuito nuevo) diseñada específicamente para los sustitutos del R22, obteniéndose los siguientes beneficios:

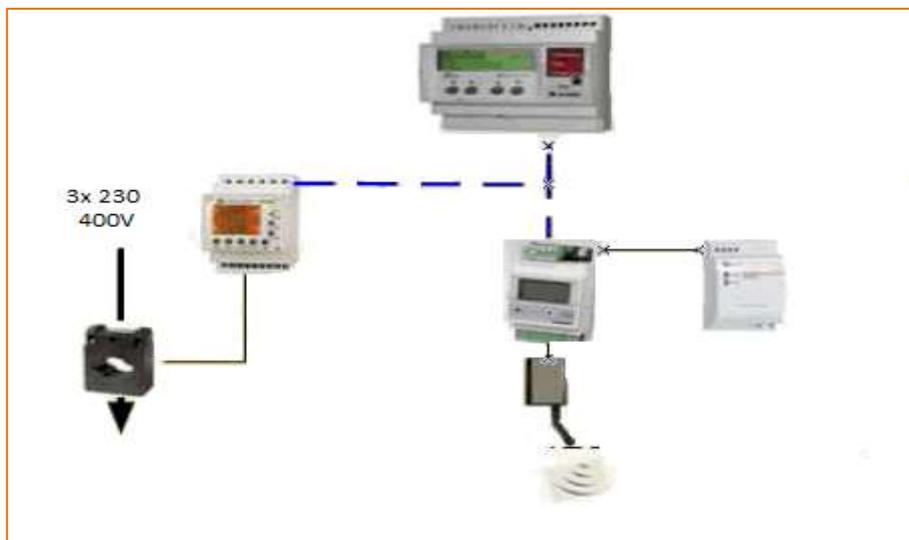
- Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
- Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
- Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

### 6.3 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>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</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 €.

## 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) se lleva a cabo mediante 2 termo-acumuladores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica. La capacidad de acumulación en los dos casos es de 1.500 litros; mientras que las potencias térmicas disponibles son de 8 kW y 20 kW.



Imagen 18 Termos acumuladores eléctricos – Sala de termos



Imagen 19 Termos acumuladores eléctricos – Sala de termos



Imagen 20 Termos acumuladores eléctricos – Sala de termos

**Consumo energético actual**

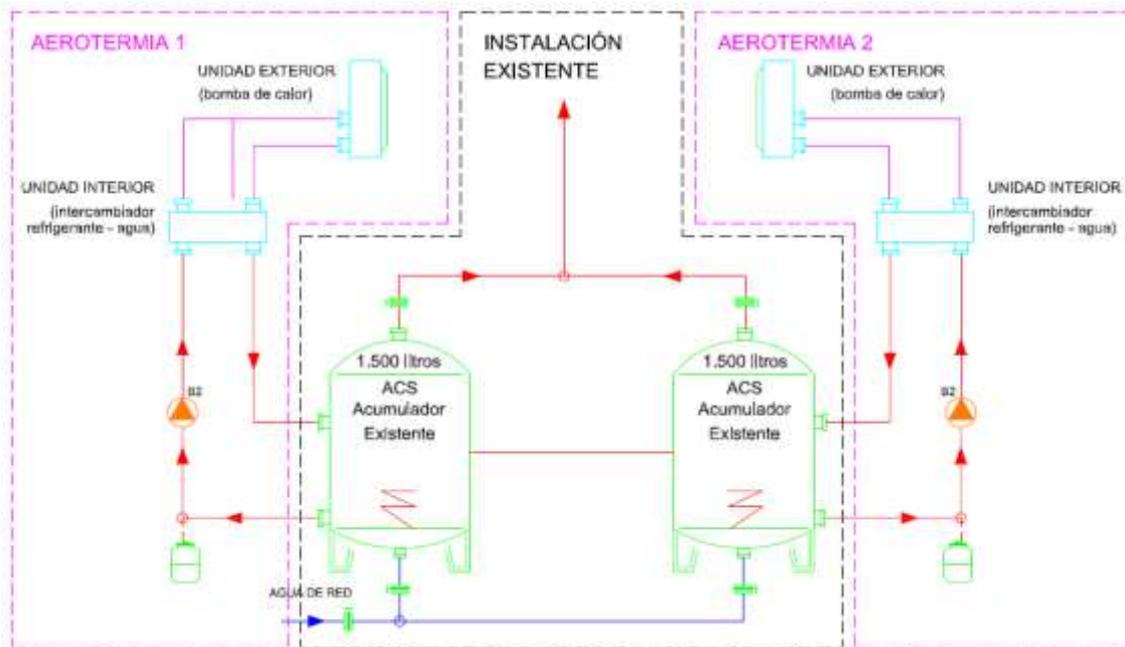
Según la información aportada por el personal de mantenimiento del gimnasio, el servicio de duchas para los vestuarios tiene un uso medio diario de 100 servicios de ducha al día durante todos los días del año excepto agosto. Si consideramos un consumo medio de 15 litros día a 60°C (según CTE), se alcanzaría un consumo de 1.550 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 **27.250 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.

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



*Imagen 21 Esquema de principio – Implantación de aerotermia*

De acuerdo a este esquema, se propone la implantación de dos bombas de calor con una potencia útil nominal de 14 kW cada una de ellas, que trabajan contra los depósitos existentes de 1.500 litros.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	1306
		63
		Rev.07

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.

### Estudio energético, económico y medioambiental

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

- Capacidad térmica de las bombas de calor de 14 kW cada una. Con un rendimiento estacional de 2,50 (para una temperatura de producción 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:

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

- Funcionamiento de la instalación de aerotermia repartido a lo largo de las 24 horas del día; con un mayor peso en la franja diurna.
- El precio medio de la electricidad utilizado es de 0,1090125000 €/kWh.
- Se consideran los ahorros derivados de la reducción de potencia eléctrica contratada que supone la sustitución de los termo acumuladores eléctricos por la aerotermia. Debe tenerse en cuenta esta nueva situación en el caso del aumento de potencia desarrollado en el apartado de actuaciones propuestas.

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
Producción	Unidad Exterior	8.704,00 €
Unidades de tratamiento	Intercambiador refrigerante agua	8.380,00 €
Distribución térmica	Circuito frigorífico y conexión con instalación existente	9.332,42 €
Control y Fuerza	Instalación eléctrico y de control. Contador de energía térmica.	7.849,54 €
Puesta en Marcha	Puesta en marcha y medios auxiliares	727,70 €
<b>TOTAL (PVP)</b>		<b>34.993,66 €</b>
<b>TOTAL (Descuento)</b>		<b>24.536,85 €</b>

Tabla 34 Valoración económica – Implantación de aerotermia

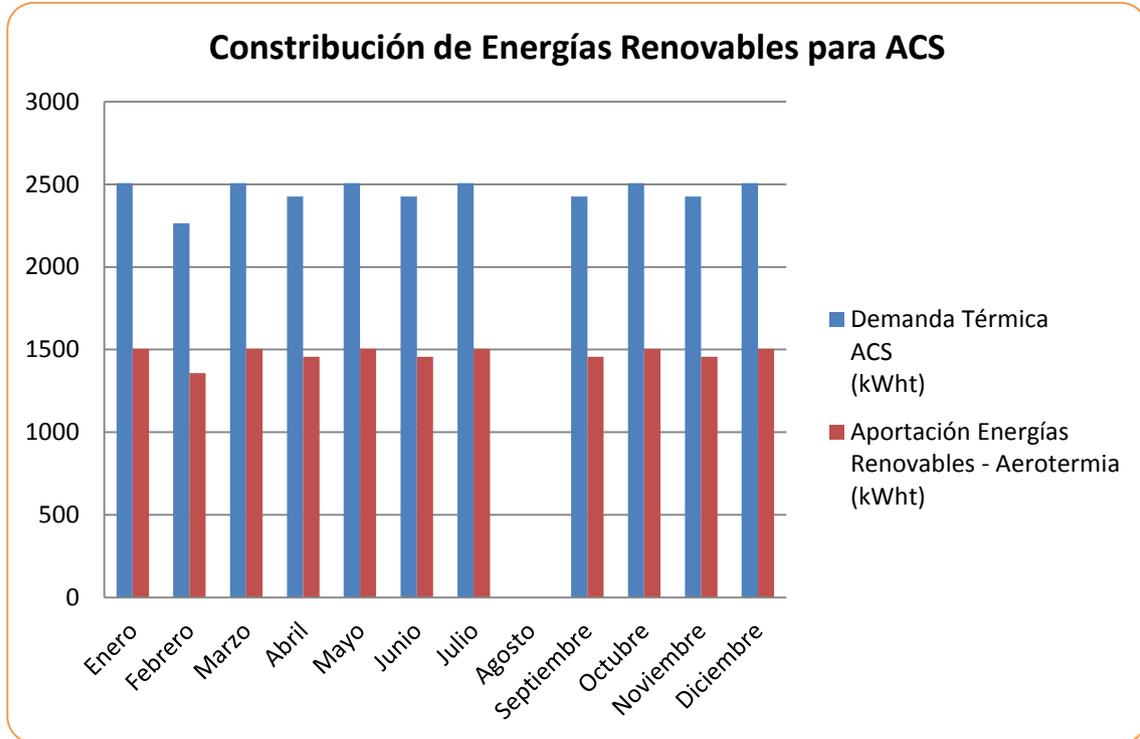
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</b>
		<b>Rev.07</b>

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 (kWh PCI)	Demanda Térmica ACS (kWh <sub>t</sub> )	Demanda cubierta con Bomba de Calor (kWh <sub>t</sub> )	Demanda cubierta con Termo (kWh <sub>t</sub> )
Enero	2506,916168	2506,916168	2506,916168	0
Febrero	2264,311377	2264,311377	2264,311377	0
Marzo	2506,916168	2506,916168	2506,916168	0
Abril	2426,047904	2426,047904	2426,047904	0
Mayo	2506,916168	2506,916168	2506,916168	0
Junio	2426,047904	2426,047904	2426,047904	0
Julio	2506,916168	2506,916168	2506,916168	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	2426,047904	2426,047904	2426,047904	0
Octubre	2506,916168	2506,916168	2506,916168	0
Noviembre	2426,047904	2426,047904	2426,047904	0
Diciembre	2506,916168	2506,916168	2506,916168	0
<b>TOTAL</b>	<b>27010</b>	<b>27010</b>	<b>27.010,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Cobertura Total (%)</b>	<b>100,00%</b>		<b>100,00%</b>	<b>0,00%</b>
<b>Aporte renovable (%)</b>	<b>0,00%</b>		<b>60,00%</b>	
<b>Emisiones de CO2 (Tn)</b>	<b>10,78</b>		<b>4,31</b>	<b>0,00</b>
<b>Coste Energético (€/año)</b>	<b>2.799,43</b>		<b>1.177,77</b>	<b>0,00</b>
<b>Ahorro Término de Potencia (€/año)</b>	<b>-</b>		<b>-1.438,44</b>	
<b>Inversión (€)</b>	<b>-</b>		<b>24.536,85</b>	
<b>Amortización (años)</b>	<b>-</b>		<b>8,02</b>	
<b>Emisiones de CO2 evitadas (Tn)</b>	<b>-</b>		<b>6,47</b>	

Tabla 35 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 de los vestuarios.



*Gráfico 30 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	Retorno simple	Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas
(kWh)	%	(€/año)	%	(€)	(años)	(Tn/año)
<b>16.206,00</b>	<b>60,00%</b>	<b>3.060,10</b>	<b>109,31%</b>	<b>24.536,85</b>	<b>8,02</b>	<b>6,47</b>

*Tabla 36 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</b>
		<b>Rev.07</b>

### 7.2 Energía solar térmica

No se propone su instalación en este gimnasio, 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 gimnasio.

### 7.3 Biomasa

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

### 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 gimnasio 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 gimnasio.

## 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>4</sup>	€/año	€ <sup>5</sup>	años	Ton/año
Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	7.884	54,46%	992,27 €	4.877,32 €	4,92	3,15
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	1.507,21	-	-	-
Instalación de Batería de condensadores	-	-	473,84	831,23	1,75	-
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	<b>7.884</b>	<b>-</b>	<b>2.973,32 €</b>	<b>5.708,55 €</b>	<b>1,92</b>	<b>3,15</b>

Tabla 37 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

En el apartado de **instalaciones térmicas**, tal y como se expone en el informe, no se considera la renovación de los equipos con R-22 como refrigerante al presentar periodos de retorno de la inversión superiores a 10-12 años, aunque se recomienda su sustitución.

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	Retorno simple	Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas
(kWht)	%	(€/año)	%	(€)	(años)	(Tn/año)
<b>16.206,00</b>	<b>60,00%</b>	<b>3.060,10</b>	<b>109,31%</b>	<b>24.536,85</b>	<b>8,02</b>	<b>6,47</b>

Tabla 38 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables (Aerothermia)

<sup>4</sup> Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

<sup>5</sup> Todos los precios son sin IVA

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA GIMNASIO MUNICIPAL</b>	<b>1306</b>
		<b>63</b>
		<b>Rev.07</b>

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

- Implantación de sistemas de regulación y control de la iluminación interior en zonas de uso intermitente como pasillos y vestuarios.
- Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.
- 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.