






## INFORME

### AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(C.C Cortijo Miraflores)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_18_20160111

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.....	5
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	6
1.4.1 Producción de ACS .....	6
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización .....	7
1.4.3 Unidades Terminales.....	10
1.5 Iluminación.....	13
1.5.1 Iluminación interior .....	14
1.5.2 Iluminación exterior .....	15
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 .....	29
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....	29
3.4 Análisis termográfico.....	32
3.5 Certificación energética .....	32
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>33</b>
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	33

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>

4.2	Desglose de consumos térmicos .....	35
4.3	Contribución de energías renovables .....	35
<b>5.</b>	<b>ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>36</b>
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED .....	36
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....	38
5.3	Instalación de batería de condensadores .....	40
<b>6.</b>	<b>MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>42</b>
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	42
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	44
<b>7.</b>	<b>PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>46</b>
7.1	Energía solar térmica.....	46
7.1	Biomasa .....	46
7.1	Fotovoltaica - Autoconsumo .....	46
<b>8.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>47</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

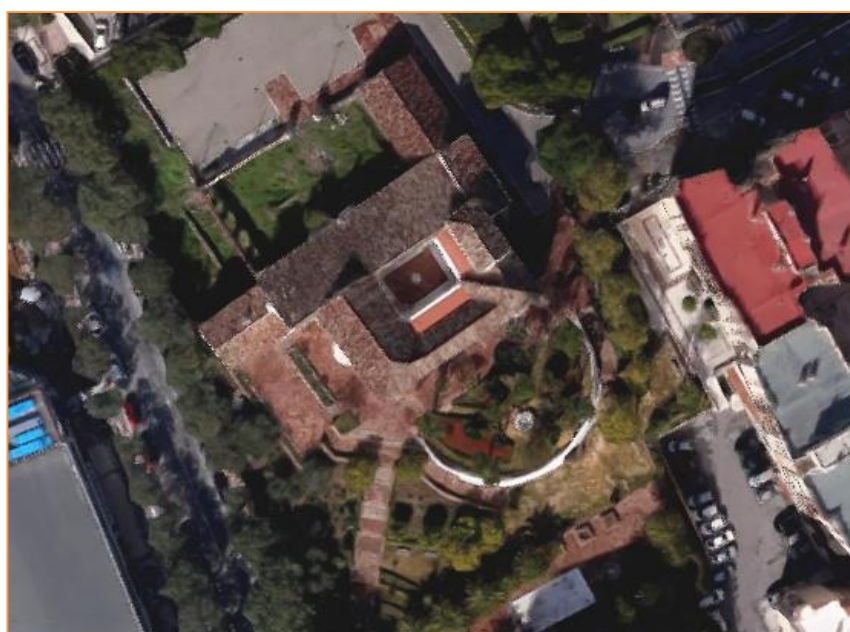
Denominación del Centro	Centro Cultural Cortijo Miraflores
Dirección	C/ San Pedro de Alcántara s/n
Tipo de edificio	Centro Cultural
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Antonio (Conserje): 952 902714
Número de edificios	1

*Tabla 1 Resumen datos generales*

Las instalaciones del **C.C Cortijo Miraflores** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle San Pedro de Alcántara** en la localidad de **Marbella**.



*Imagen 1 Vista general Cortijo Miraflores*



*Imagen 2 Vista aérea del Cortijo Miraflores*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>		<b>1306</b>
			<b>18</b>
			<b>Rev.06</b>

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Útil. m2	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio Principal	2	994,14	45	(*)	1706	2015	(*)

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

Al ser un edificio antiguo en 2002 fue restaurado por completo, hoy es museo y conserva en muy buen estado numerosas máquinas molturadoras y útiles de su antigua función. Así mismo dispone de varias salas para exposiciones temporales, una biblioteca de la imagen y una pinacoteca municipal.

Los sistemas de climatización no terminaron de instalarse hasta 2014. Finalmente en 2015 se cambiaron algunos sistemas de iluminación por tecnología led además de añadirse algún sistema de climatización.

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Zona oficinas	10	Verano 7:45-21:00	Administrativo
		Invierno 7:15-21:00	
Sala estudio	35	9:00-14:00. 15:30-20:30	Aulas
Salas de exposiciones	-	Según eventos	Usos Múltiples

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

## 1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0 (m²)	Planta 1 (m²)	Planta – (m²)	Sup. Total (m²)
Administrativo	24,61	68,36	--	92,97
Aseos	26,89	24,11	--	51,00
Aulas	149,83	--	--	149,83
No habitable	4,02	2,34	--	6,36
Otros	29,69	48,30	--	77,99
Usos múltiples	325,25	117,65	--	442,90
Zonas comunes	181,16	64,47	11,59	257,22
Sup. Total (m²)	741,45	325,23	11,59	1.078,27

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 usos múltiples abarca el 41% de la superficie total del edificio, en estos se desarrollan diferentes actividades culturales, habitualmente exposiciones.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C CORTIJO MIRAFLORES		1306
			18
			Rev.06

Mientras, el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas comunes con un 24%.

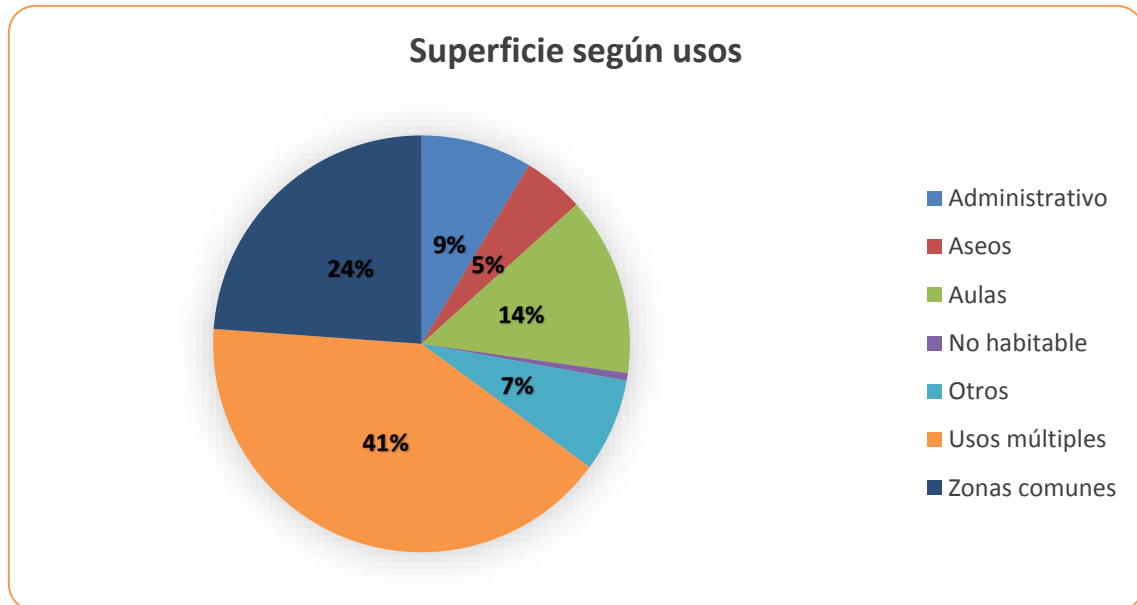
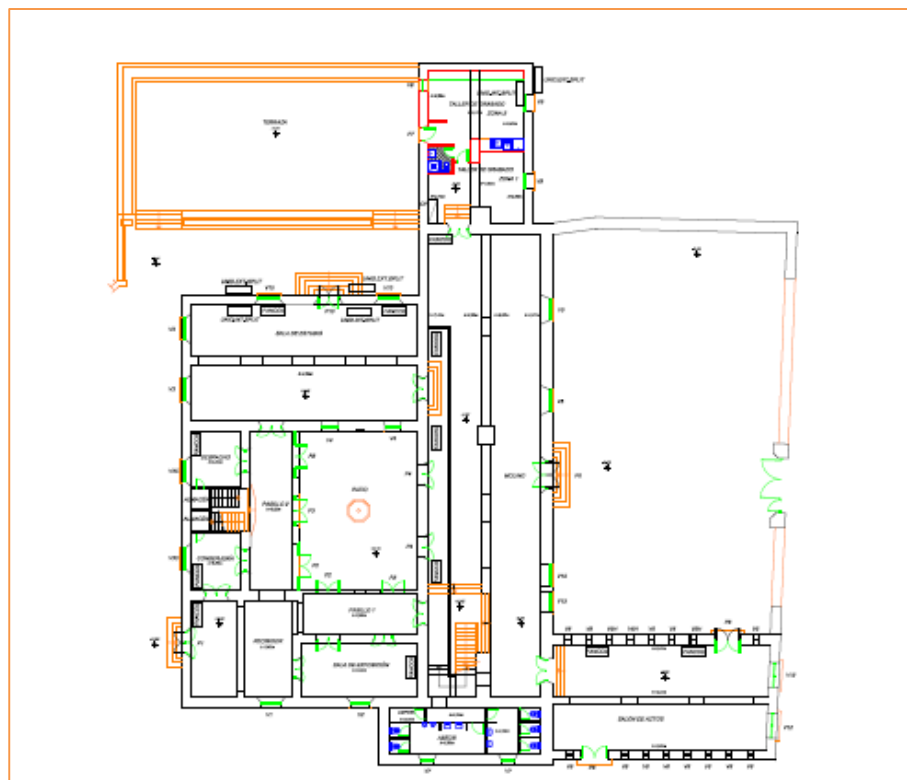
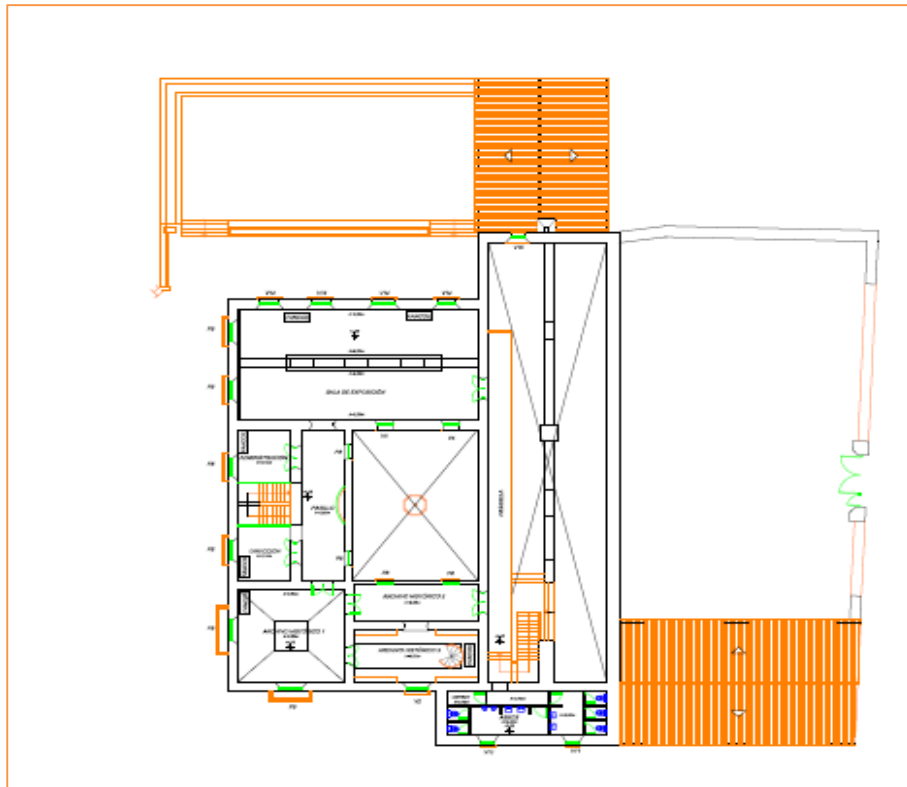


Gráfico 1 Superficie según Usos

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>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>

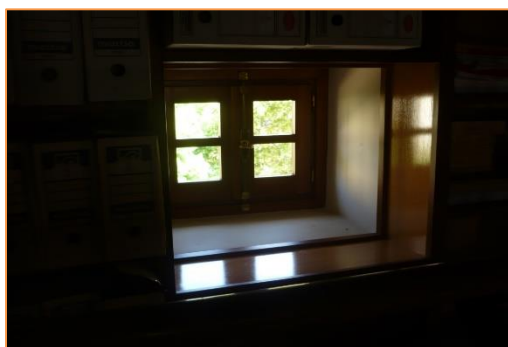
### 1.3 Envolverte y cerramientos

El caserón en el que hoy se aloja el centro cultural Miraflores data de 1704 por lo que no se construyó bajo ningún tipo de normativa, originalmente fue utilizado como trapiche de azúcar de caña y almazara de aceite y continuo con esta función hasta bien entrado el siglo XIX, cuando se introduce la maquinaria del molino de aceite. Parte de esta maquinaria hoy ha sido recuperada y restaurada y se expone en sus estancias.

Tras varios años desalojado, en 2002 fue restaurado para adaptarlo a las nuevas necesidades como museo manteniendo su carácter original y conservando gran parte de las características constructivas iniciales, como por ejemplo el techo de armadura del siglo XVIII de estilo mudéjar. El cortijo Miraflores es un edificio de planta rectangular, erguido en torno a un típico patio andaluz que hoy se conserva abierto a diferencia de muchos otros edificios de la época que han sido restaurados y cuenta con una gran superficie de ventanales que permiten una buena iluminación natural.

Las fachadas están rematadas con un revoco blanco y la cubierta es inclinada formada por teja cerámica

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>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</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 una bomba de calor aire-agua ubicada en el exterior del edificio enterrada en el suelo y unidades interiores de pared y suelo. No se ha tenido acceso a la placa de características de la bomba de calor de manera que se ha estimado la potencia del equipo en función de la superficie y los potencias de los fancoils.

Adicionalmente existen tres equipos autónomos de expansión directa tipo Split 1x1 de tipo pared que han sido instalados en el año 2014 y 2015 que dan servicio al taller de grabado y sala de estudio.

Además de éstas existen varios equipos portátiles controlados por los usuarios utilizados cuando el equipo fijo no satisface las condiciones de confort deseadas de los usuarios

La producción acumulación de agua caliente sanitaria se lleva a cabo de forma local mediante un termo acumulador eléctrico ubicado en el cuarto de limpieza.

##### 1.4.1 Producción de ACS

A continuación se muestran las características del termo-acumuladores eléctrico instalado en el centro para producción de ACS:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)
Edificio principal	0	Cuarto Limpieza	1,00	50

*Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS*



*Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</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 centro:

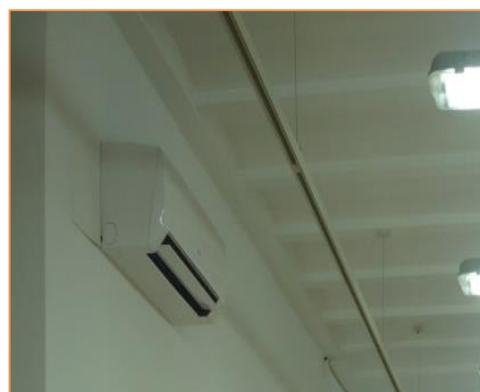
Nº generador	1	2	3	4
Generador	Bomba de calor	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	-1	0	0	0
Ubicación equipo	Zona exterior	Fachada SO	Fachada SO	Fachada NO3
Zona de tratamiento	Todo el edificio	Sala de Estudio	Sala de Estudio	Taller de grabado Zona 2
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Agua	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	CIATESA	FUJITSU	FUJITSU	VERHAL
Modelo	HIDROPACK WE 360	AOYG12LLCC	AOYG12LLCC	VHSA-18000 4300 Kcal
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Tipo unidad interior	Fancoils	Pared	Pared	Pared
Año de instalación	2001	2015	2015	2014
Potencia Frigorífica (kW)	72,50	3,40	3,40	5,30
Potencia Absorbida Frío (kW)	29,00	1,08	1,08	1,64
EER	2,50	3,15	3,15	3,23
ESEER	3,70	6,60	6,60	-
Potencia Calorífica (kW)	85,90	4,00	4,00	5,40
Potencia Absorbida Calor (kW)	28,63	1,13	1,13	1,69
COP	3,00	3,54	3,54	3,20
ESCOP	-	3,80	3,80	-
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-S	L-S	L-S	L-S
horario funcionamiento (mañana)	7:15-14:00	7:15-14:00	7:15-14:00	7:15-14:00
horario funcionamiento (tarde)	14:00-21:00	14:00-21:00	14:00-21:00	14:00-21:00
Sistema de gestión centralizado	Si	No	No	No
Control - encendido / apagado	0	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>

Característica	1	2	3	4	5
Unidad terminal	Equipo portátil de climatización	Equipo portátil de climatización	Equipo portátil de climatización	Equipo portátil de climatización	Equipo portátil de climatización
Tipo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Refrigeración	Refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Otros (especificar en observaciones)	Otros (especificar en observaciones)	Otros (especificar en observaciones)	Otros (especificar en observaciones)	Otros (especificar en observaciones)
Planta	0	0	1	1	1
Zona de tratamiento	Conserjería	Salón de Actos	Dirección	Dirección	Archivo Histórico 1
Marca	Olimpia	Daitsu	Tecnibel	Tecnibel	Orbegonzo
Modelo	Splendid	APD-12HR	SM117C5TAA	SM117C5TAA	ADR 35
Cantidad	1	3	1	1	1
Alimentación	-	-	(F) 2 tubos	(F) 2 tubos	(F) 2 tubos
Batería calor	R-410a	R-410a	-	-	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	<b>2,40</b>	<b>2,93</b>	-	-	<b>3,50</b>
Batería frío	R-410a	R-410a	R-22	R-22	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	<b>2,50</b>	<b>3,51</b>	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	<b>3,50</b>
Pot. Abs. (kW)	<b>0,88</b>	<b>1,35</b>	<b>1,01</b>	<b>1,01</b>	<b>1,40</b>
Regulación	Sin regulación	Sin regulación	Sin regulación	Sin regulación	Sin regulación
Tipo control	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario
Observaciones	En servicio.	En servicio.	En servicio.	En servicio.	En servicio.

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



*Imagen 5 Equipos de producción de frío y calor para climatización*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>

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

<b>Calefacción</b>	<b>99,30 kW</b>
<b>Refrigeración</b>	<b>84,60 kW</b>

*Tabla 8 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos*

### 1.4.3 Unidades Terminales

Como se ha explicado en el apartado anterior, el centro consta de fancoils de tipo pared como elementos destinados al tratamiento de calefacción y refrigeración de las diferentes estancias a las que dan servicio. Se trata de equipos a 2 tubos alimentados de agua fría y/o caliente desde la central de producción térmica (bomba de calor). Las características técnicas de las unidades interiores están detalladas en el anexo correspondiente.

Además, también existen unidades interiores de tipo pared y suelo que funcionan en combinación con las unidades exteriores (sistemas tipo split 1x1) como parte fundamental de los sistemas autónomos de climatización de expansión directa descritos anteriormente. Las características técnicas de la unidad interior en el apartado térmico coincidirán con las de la exterior correspondiente y están recogidas en el apartado anterior. Por otra parte, el consumo eléctrico derivado de las unidades interiores se debe únicamente al ventilador de impulsión y en la mayoría de los casos están alimentadas eléctricamente desde el propio equipo exterior, por lo que su consumo eléctrico ya está incluido en el mismo.

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	62,02	16,80	270,88
Zonas comunes	44,09	7,50	170,11
Usos múltiples	200,90	11,18	55,65
Otros	727,62	59,80	82,19
<b>Total</b>	<b>1.034,63</b>	<b>95,28</b>	<b>92,09</b>

Tabla 9 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia calorífica instalada por zonas):

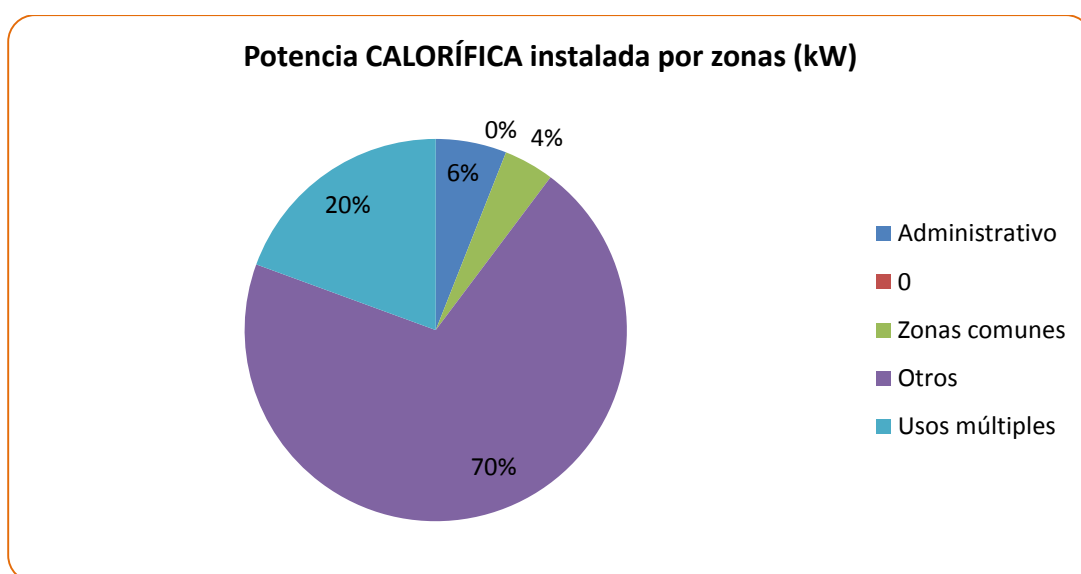


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

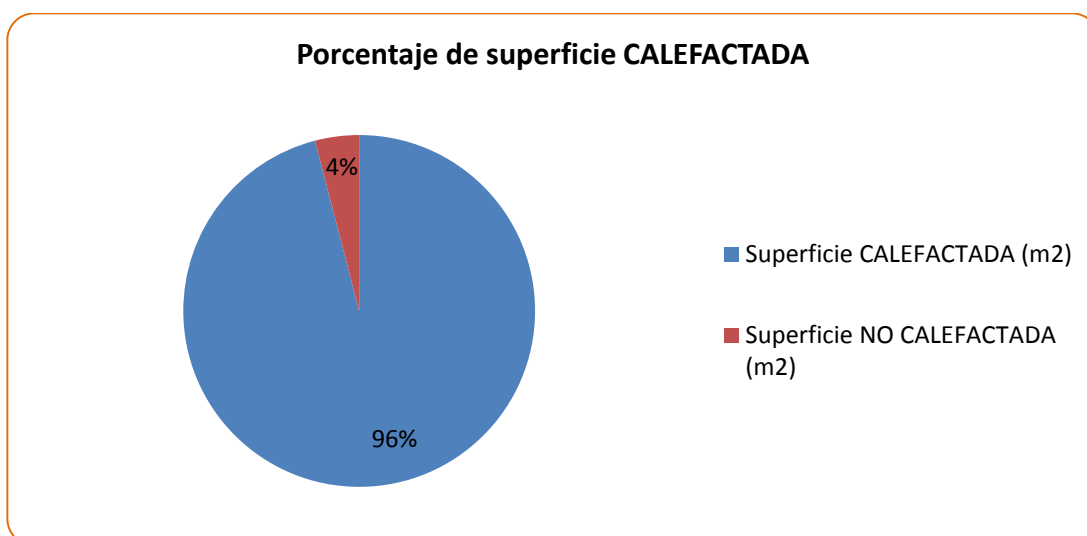


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	74,52	15,70	210,68
Zonas comunes	44,09	5,19	117,71
Usos múltiples	200,90	9,72	48,38
Otros	727,62	48,13	66,15
<b>Total</b>	<b>1.047,13</b>	<b>78,74</b>	<b>75,20</b>

Tabla 10 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia frigorífica instalada por zonas

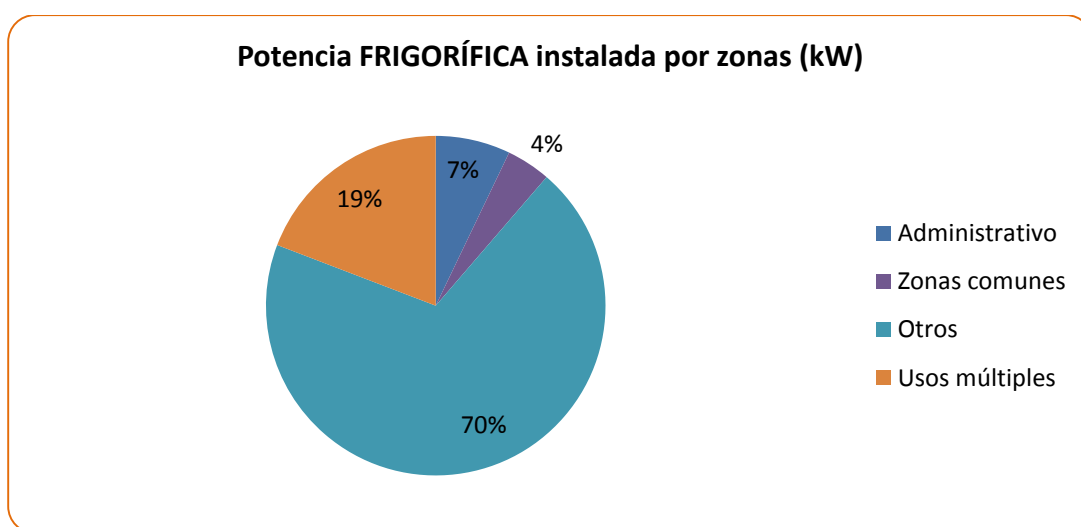


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

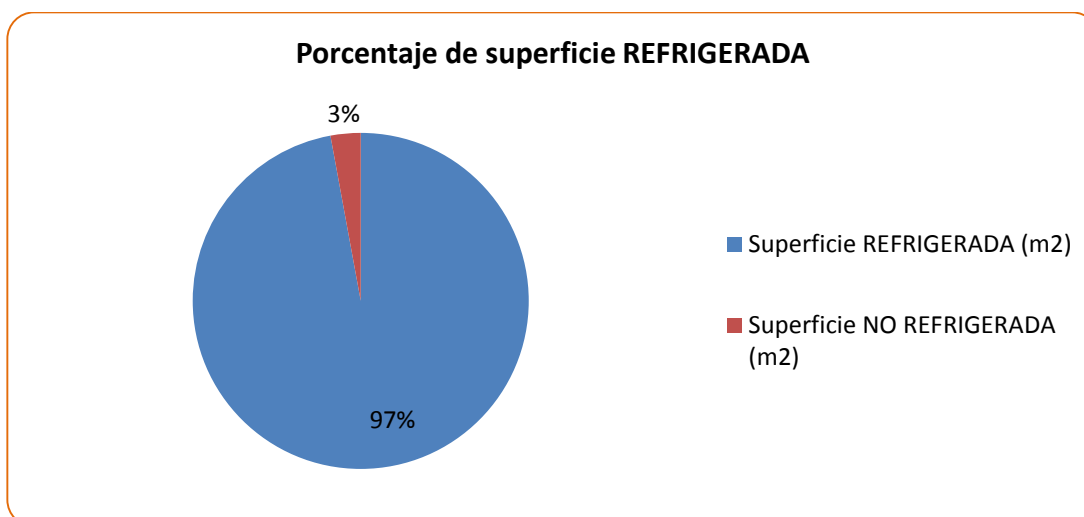


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 22,99 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

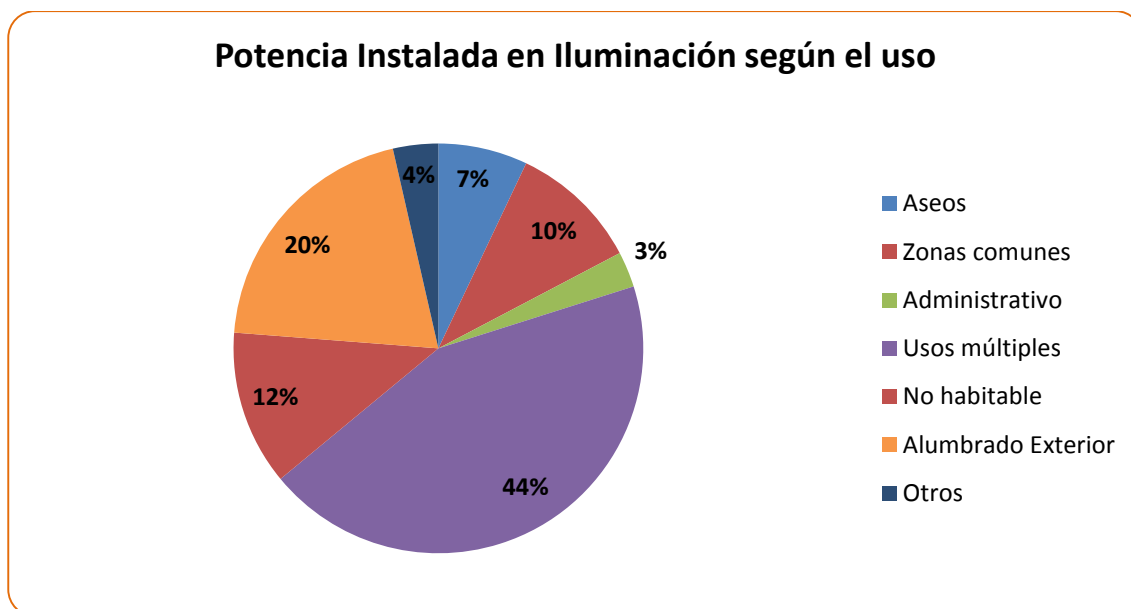


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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 centro:

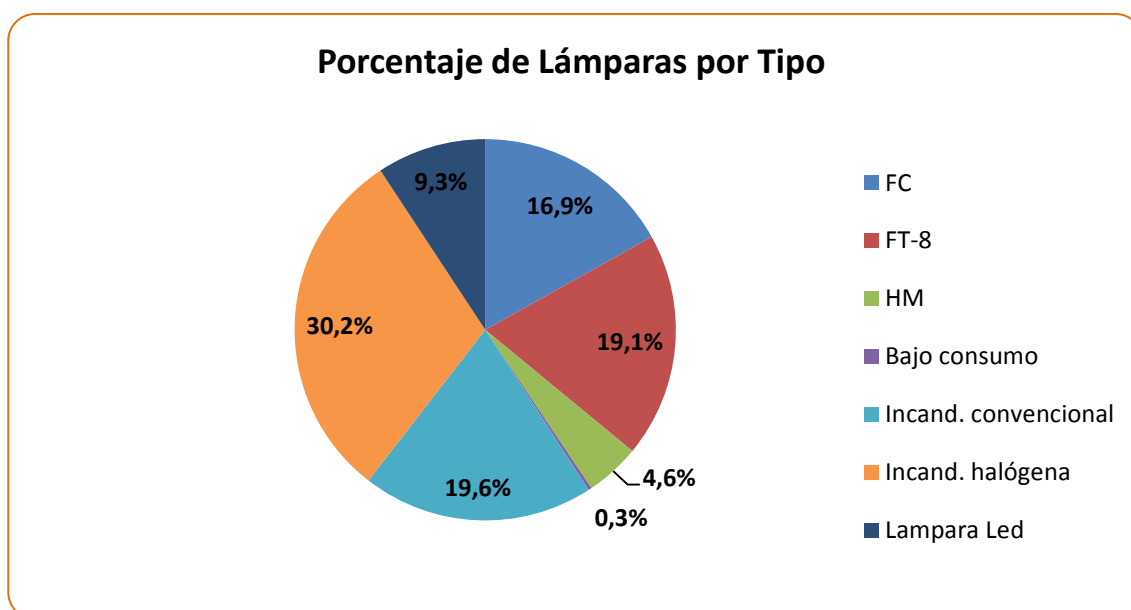


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>

### 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.	kW TOTAL
EM	43	2,98
FT-8	43	2,98
1	16	0,69
36	16	0,69
2	27	2,29
18	1	0,04
36	26	2,25
-	201	15,36
Incand. convencional	72	5,71
1	72	5,71
40	1	0,04
50	4	0,20
42	1	0,04
60	6	0,36
70	31	2,17
100	29	2,90
Incand. halógena	92	8,17
1	92	8,17
50	13	0,65
70	16	1,12
100	61	6,10
150	2	0,30
Lampara Led	34	1,22
1	34	1,22
36	34	1,22
Bajo consumo	1	0,03
1	1	0,03
26	1	0,03
HM	2	0,23
1	2	0,23
100	2	0,23
<b>Total general</b>	<b>244</b>	<b>18,34</b>

Tabla 11 Resumen de lámparas instaladas

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>		<b>1306</b>
			<b>18</b>
			<b>Rev.06</b>

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



*Imagen 6 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.	kW TOTAL
-	94	4,64
Incand. halógena	19	0,95
1	19	0,95
50	19	0,95
HM	13	2,59
1	11	1,90
150	11	1,90
2	2	0,69
150	2	0,69
FC	62	1,11
1	62	1,11
18	60	1,08
13	2	0,03
Otro	0	0,00
1	0	0,00
0	0	0,00
<b>Total general</b>	<b>94</b>	<b>4,64</b>

*Tabla 12 Resumen de iluminación exterior*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>



*Imagen 7 Luminarias situadas en el exterior del edificio*

### **1.5.3    Sistemas de control**

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

### **1.5.4    Condiciones de funcionamiento**

Dado que las secciones de iluminación del centro 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.

En el caso del alumbrado exterior se estima que se activa de 19:00 a 7:00 horas todos los días laborales del año.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>

### 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>Audiovisual</b>	<b>2</b>	<b>0,62</b>
DVD/CD	1	0,02
20	1	0,02
Proyector	1	0,6
600	1	0,6
<b>Electrodoméstico</b>	<b>7</b>	<b>5,69</b>
Horno	1	1,5
1500	1	1,5
Microondas	1	0,8
800	1	0,8
Extractor	1	0,03
30	1	0,03
Cafetera	1	1,26
1260	1	1,26
Nevera	1	0,35
350	1	0,35
Máquina de café	1	0,75
750	1	0,75
Kettle / Calienta agua	1	1
1000	1	1
<b>Informático</b>	<b>11</b>	<b>3,801</b>
Multifuncion	1	0,021
21	1	0,021
Ordenador sobremesa	6	1,8
300	6	1,8
Scaner	2	0,48
240	2	0,48
Fotocopiadora	1	1,3
1300	1	1,3
Impresora doméstica	1	0,2
200	1	0,2
<b>Otros</b>	<b>5</b>	<b>0,055</b>
Flexo	5	0,055
11	5	0,055
<b>Sonido</b>	<b>12</b>	<b>3,11</b>
Altavoz	8	0,56
70	8	0,56
Radio-CD	2	0,05
10	1	0,01
40	1	0,04
Mesa mezcla	1	0,1
100	1	0,1
Amplificador	1	2,4
2400	1	2,4
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>6</b>	<b>6,04</b>
Deshumidificador	3	0,84
280	3	0,84
Radiador electrico	3	5,2
2000	2	4
1200	1	1,2
<b>Producción de frío y calor</b>	<b>4</b>	<b>32,95</b>
Bomba de calor	1	29
29000	1	29
Unidad exterior - Split	3	3,95

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
1130	2	2,26
1690	1	1,69
<b>Total general</b>	<b>47</b>	<b>52,266</b>

Tabla 13 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.

### Potencia instalada en equipos eléctricos

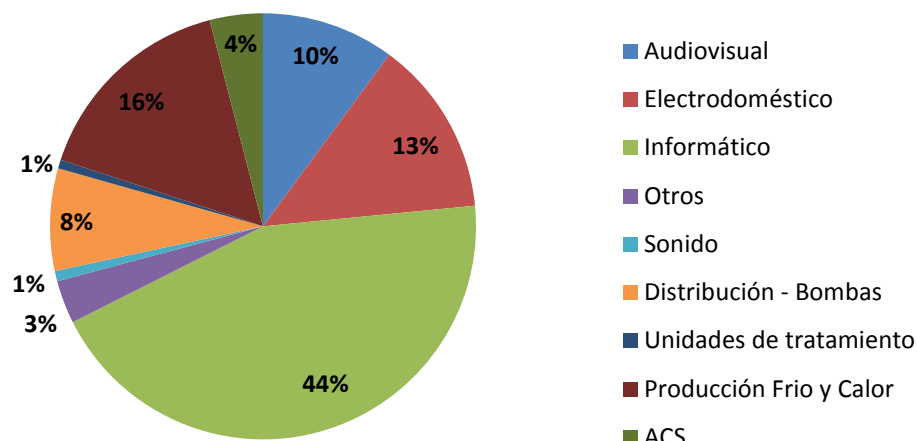


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

### Resumen de potencia instalada en el edificio

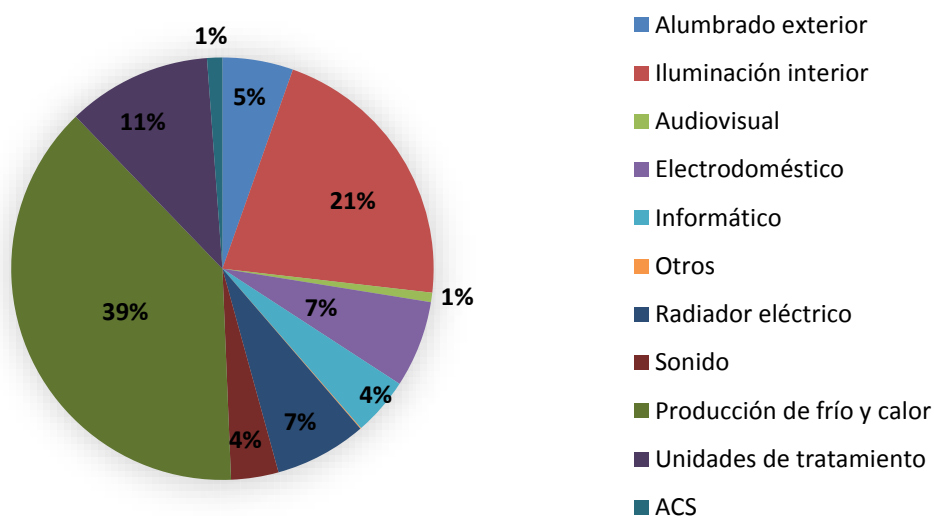


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</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>	ES0031103701927001EP0F	<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>	66	66	66
<b>Término de potencia (€/kW año)</b>	40,728525	24,437115	16,29141
<b>Término de potencia (€/kW día)</b>	0,111585	0,066951	0,044634
<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 de 2014 a Diciembre de 2015.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2014	31/01/2015	808	2.080	1.130	17 /17 /12	9,53	898,17
31/01/2015	28/02/2015	777	2083	1.109	16 /18 /14	5,38	845,49
28/02/2015	31/03/2015	898	2.059	1.022	17 /20 /8	4,14	894,74
31/03/2015	30/04/2015	909	2.308	1.196	27 /32 /15	8,66	929,64
30/04/2015	31/05/2015	1.263	3.449	1.951	23 /32 /17	23,94	1.204,11
31/05/2015	30/06/2015	1.662	4.330	2.143	33 /32 /22	37,43	1.380,20
30/06/2015	31/07/2015	3.026	7.136	2.947	40 /39 /29	71,45	2.019,79
31/07/2015	31/08/2015	2.034	5.215	2.419	36 /40 /29	43,79	1.538,79
31/08/2015	30/09/2015	1.515	4.362	2.236	26 /26 /20	41,62	1.341,04
30/09/2015	31/10/2015	1.347	3.837	2140	26 /27 /21	35,42	1.259,33
31/10/2015	30/11/2015	1.278	3.228	1.604	26 /24 /19	18,41	1.107,38
30/11/2015	31/12/2015	1.461	3.191	2.170	31 /29 /25	19,77	1.189,11

Tabla 14 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **319,54 €/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 superior a la demandada. Por ello se recomienda realizar un ajuste de la potencia según las necesidades de la instalación.

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	66	66	66
Potencia registrada (kW)	40	40	40

Tabla 15 Potencias contratada y registrada

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

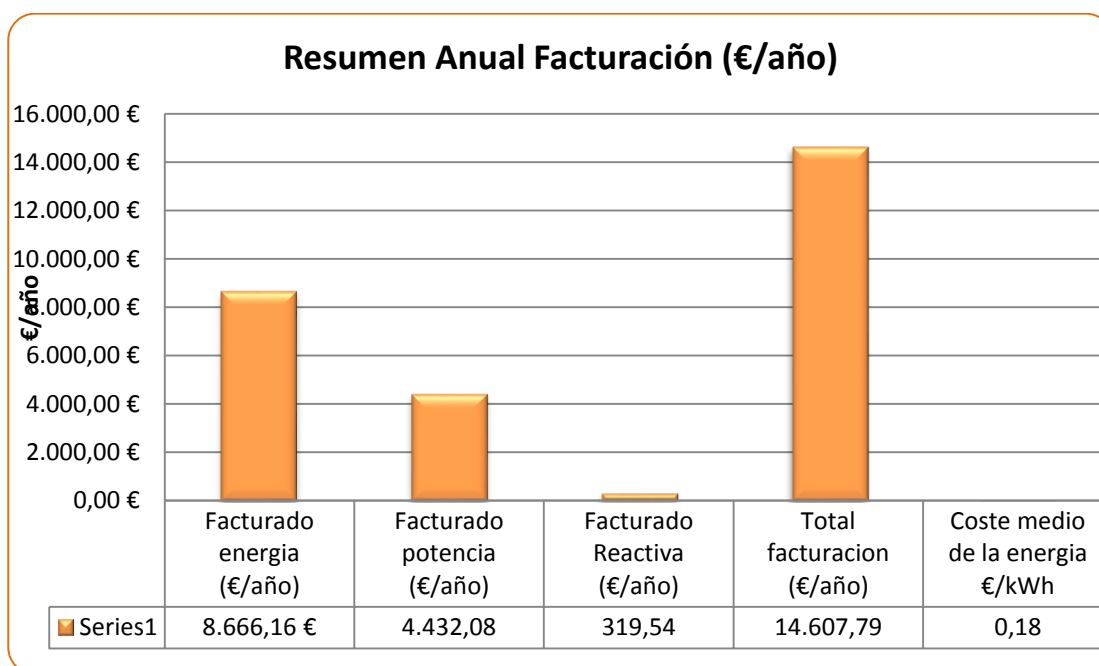


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

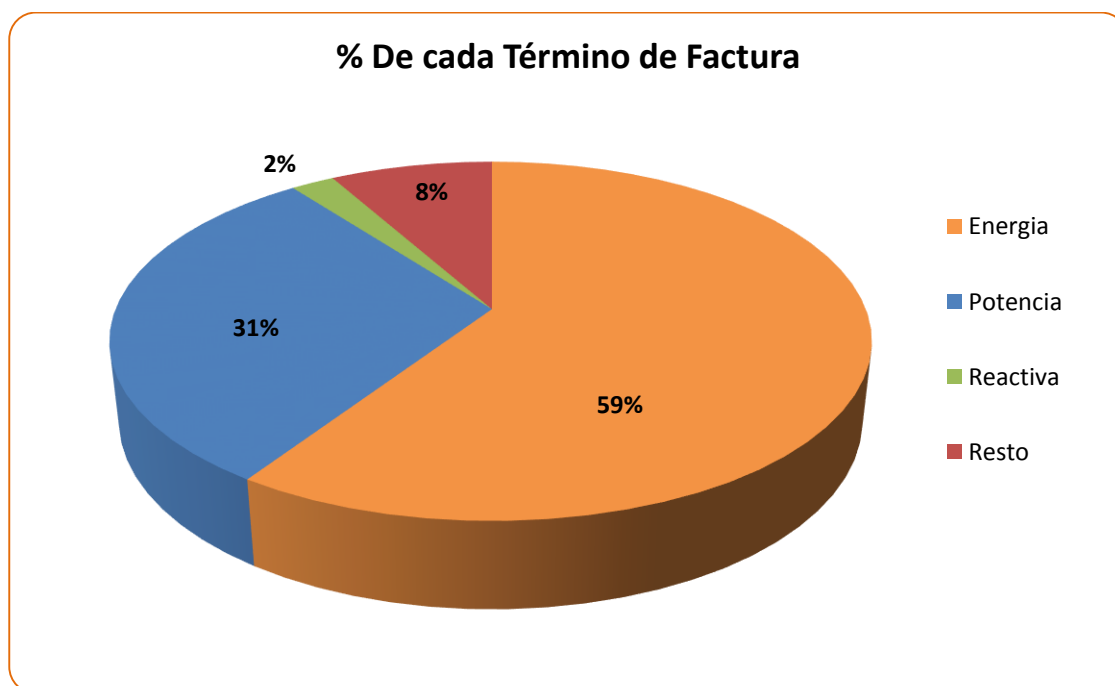


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

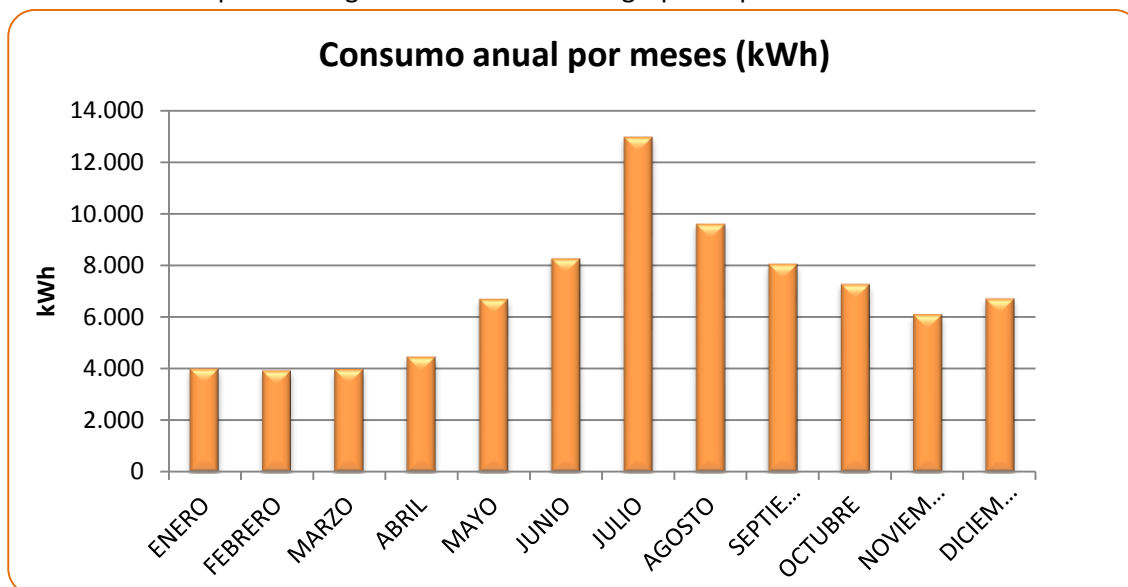


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

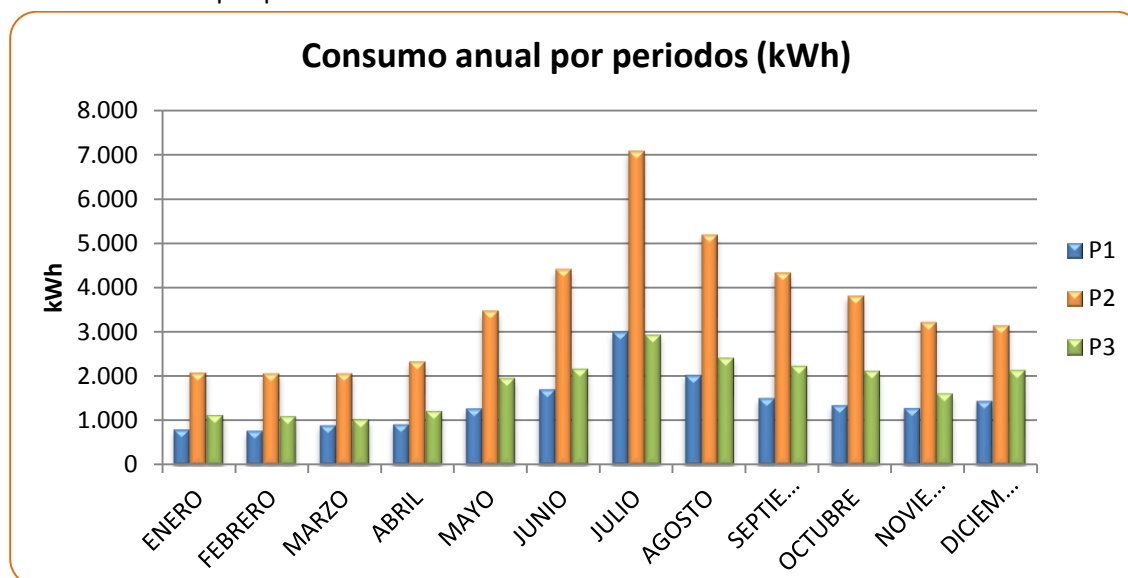


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	82.323
Total Facturación (€)	14.607,79
Media mensual de consumo (kWh/mes)	6.860
Media mensual de coste (€/mes)	1.217,32
Coste medio energía (€/kWh)	0,177

Tabla 16 Resumen valores globales de la facturación eléctrica



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</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)	41.619	-	41.619
Coste (€/año)	9.659,45	-	9.659,45

Tabla 17 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 Diciembre de 2013 y diciembre de 2014.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	45
Superficie total (m²)	1.078,27
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	18,34
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	52,27
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	70,61
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	45

Tabla 18 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	41.619
€/kWh	0,23
kWh/m² Total	38,60
€/m² Total	8,96
kWh/persona uso	924,87
€/persona uso	214,65
Ton CO <sub>2</sub> /año	16,61
Kg CO <sub>2</sub> /m²	15,40
Pot. Iluminación en W/m²	17,01

Tabla 19 Resumen Índices energéticos eléctricos

### 2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

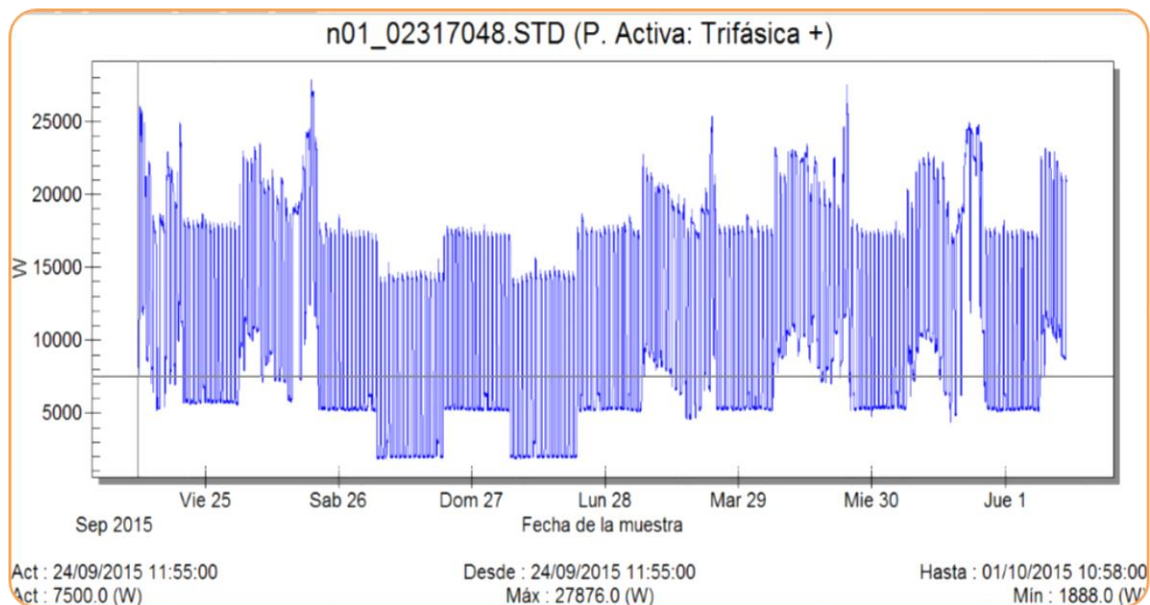


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 14/09/2015 al 01/10/2015

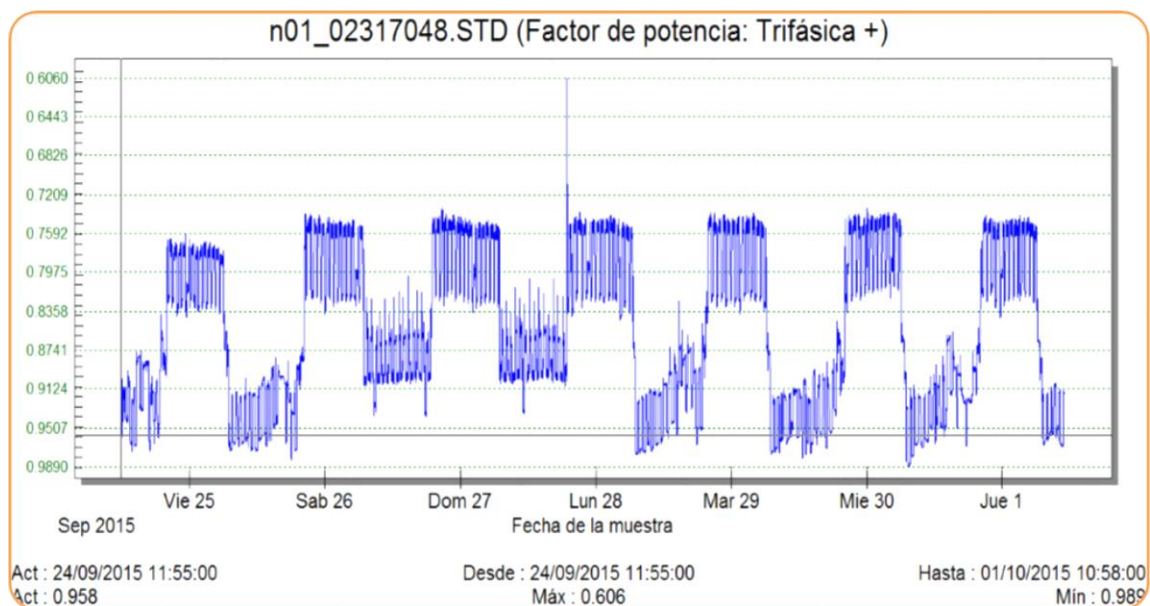


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

### Potencia Registrada en Laborables(kW)

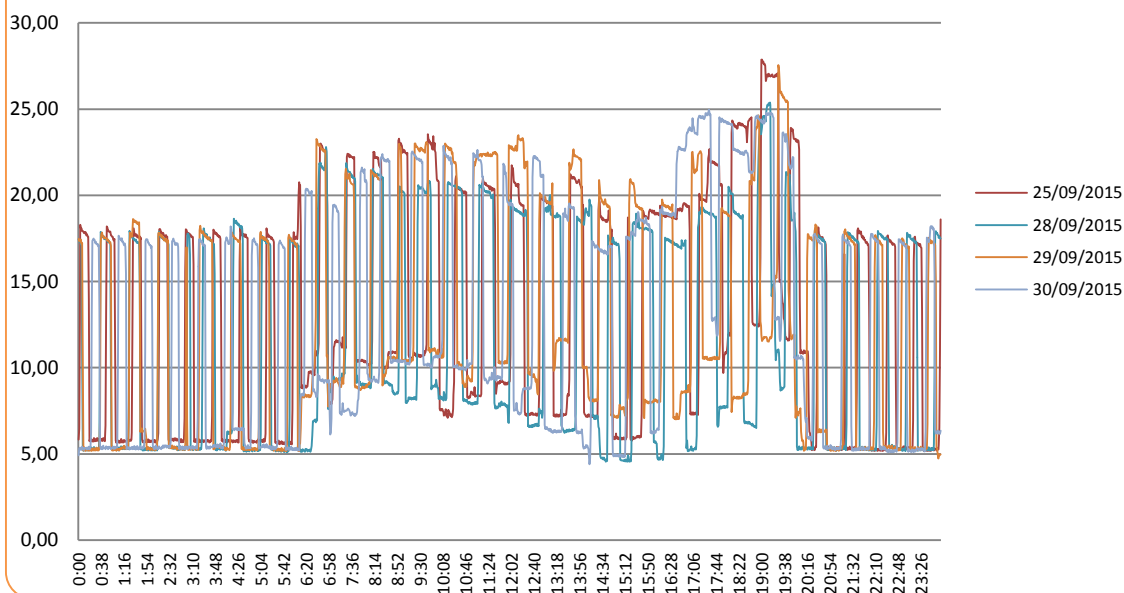


Gráfico 16 Potencia registrada en días laborales kW)

### Potencia Registrada en días Festivos (kW)

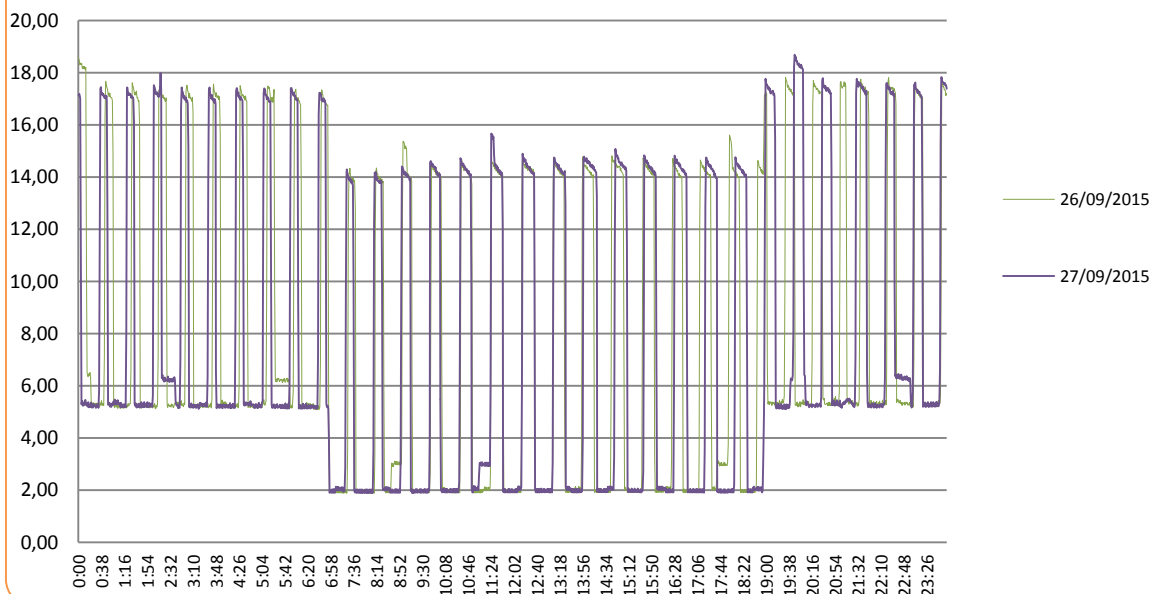


Gráfico 17 Potencia registrada en días festivos (kW)

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 2 kW durante los fines de semana,

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>

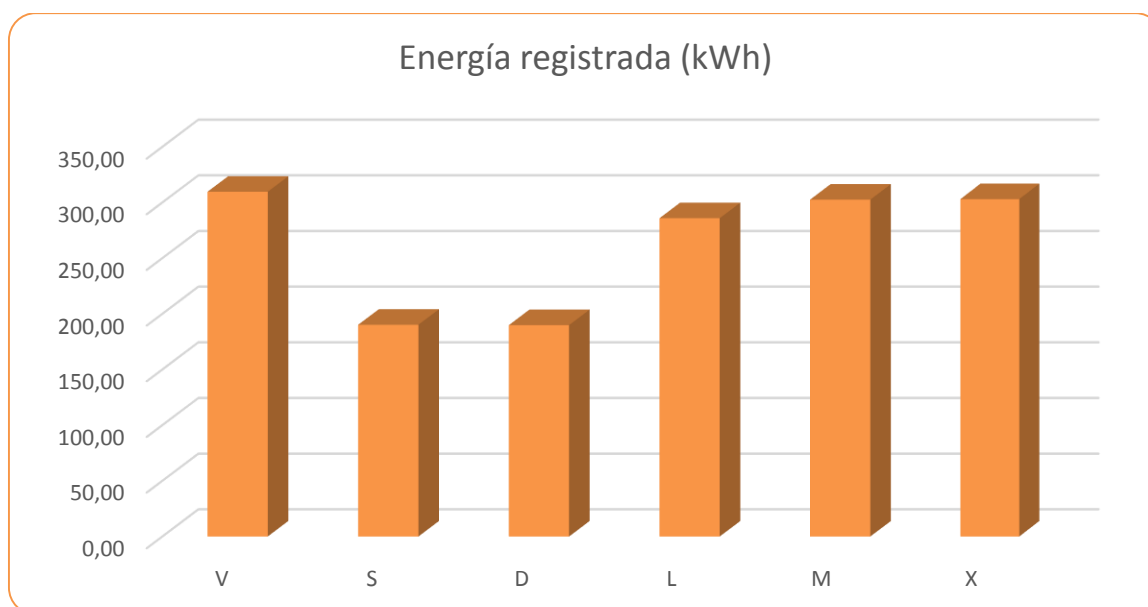
sin embargo, los días laborables esta demanda es de 5 kW. Esta diferencia de 3kW podría ser debida a equipos de clima que se mantienen conectados fuera del horario de uso del edificio.

Los días laborables son muy homogéneos con una potencia máxima de 27,64 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 7:00 y 20:30

En el registro se puede ver como el alumbrado exterior se encuentra programado mediante un reloj horario, funcionando desde las 19:00 hasta las 07:00

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de equipos de clima y el termo eléctrico instalado.

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



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

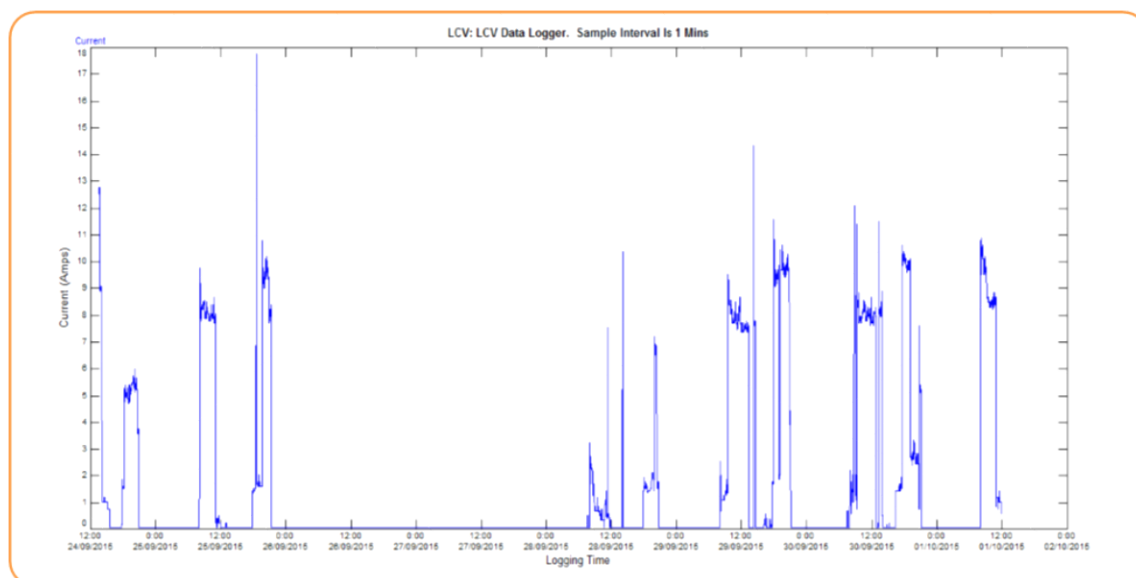
El valor medio durante los días laborales es de 300,28 kWh y durante los días festivos de 190,01 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 8.126,15 kWh para el mes de septiembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en septiembre de 2014 de un 121% superior; esta diferencia se debe a que el edificio ha cambiado el uso respecto del año 2014, actualmente es un museo. .

Comprobando la factura del mes de septiembre del 2015, en el que se han facturado 8.078,82 kWh, con la estimación obtenida según el registrador trifásico instalado durante una semana del mes de septiembre 2015, se puede ver que el desvío es 1 %, por tanto la facturación se encuentra en consonancia con la estimación realizada para ese mismo periodo.

### 3.1.2 Registros monofásicos

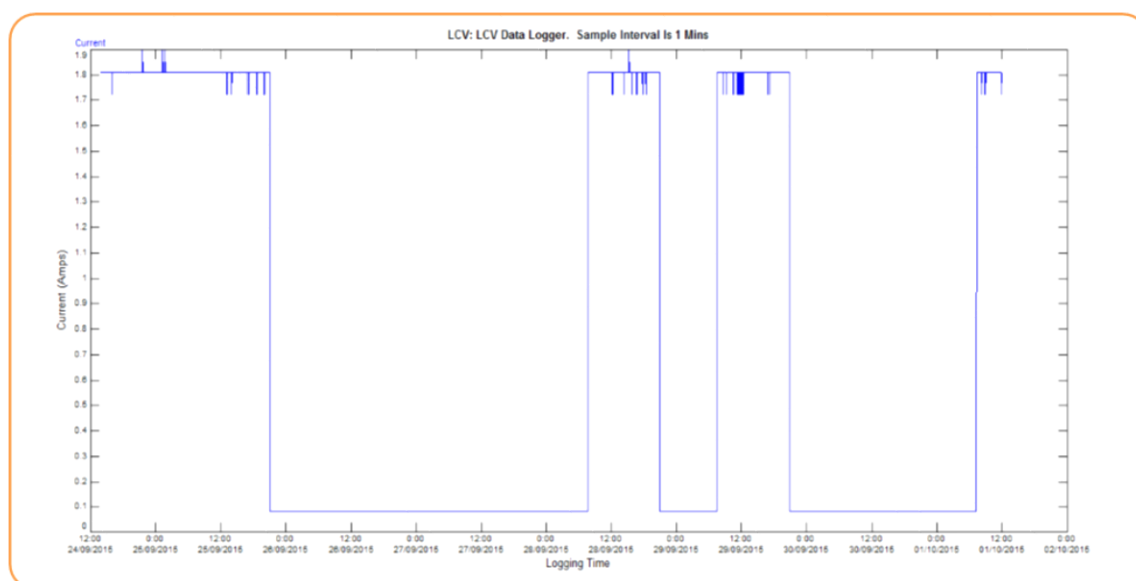
A continuación se muestran las gráficas que nos muestran el perfil de consumo semanal de diferentes zonas y equipos.

- **Sala exposición planta baja, aseos planta baja y alta, limpieza, salón de actos**



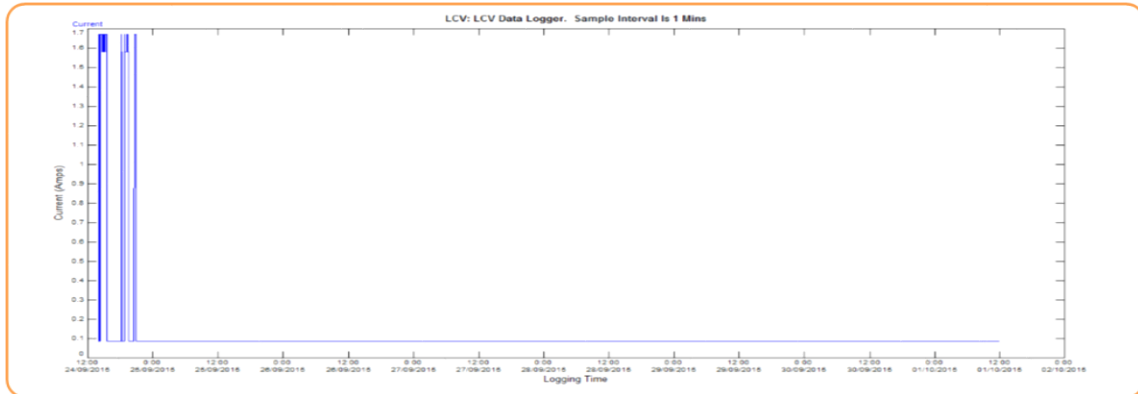
*Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en sala exposición planta baja, aseos planta baja y alta, limpieza, salón de actos*

- **Apliques Molino**



*Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en molino*

- **Pasarela superior Molino**



*Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en molino*

Los registros permiten obtener un horario medio de iluminación de las estancias en las que se ha realizado las mediciones, siendo éstos:

- Aseos, Salón de Actos y Sala Jean Cocteau: 2,46 h
- Apliques molino: 11,24 h.
- Pasarela molino: 0 h

Durante la semana de registro el alumbrado de la pasarela del molino permaneció apagado debido a que es una estancia con muy poco uso.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</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 ( $W/m^2$ ) por cada 100 lx. *(El procedimiento de cálculo se especifica en el Informe general de la Auditoría)*.

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

Ubicación	Potencia (W)	Área ( $m^2$ )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Salón de Actos	1.400	100,45	557	700	2,50
Aseo Taller de Grabado	43	2,78	166	150	9,36
Sala de Estudio	1.555	117,54	810	500	1,63
Sala de Exposición 2	1.224	117,65	230	200	4,52
Pasillo Aseos	70	3,83	581	150	3,15

Tabla 20 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están por debajo de los recomendados en el caso del salón de actos.

Se aprecian niveles de iluminancia excesivos en el resto de estancias.

### 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 21 Condiciones interiores exigidas por el RITE

Durante el periodo de una semana, entre los días 24/09/2015 y 01/10/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

#### - Conserjería

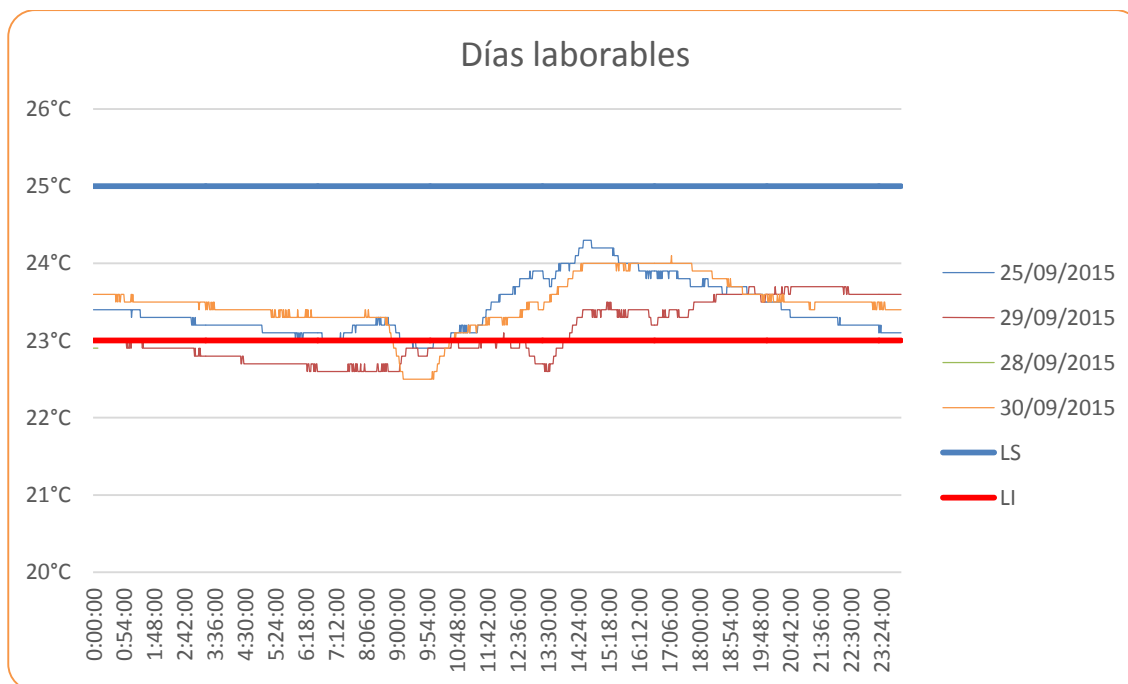


Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables



### Festivos y fines de semana

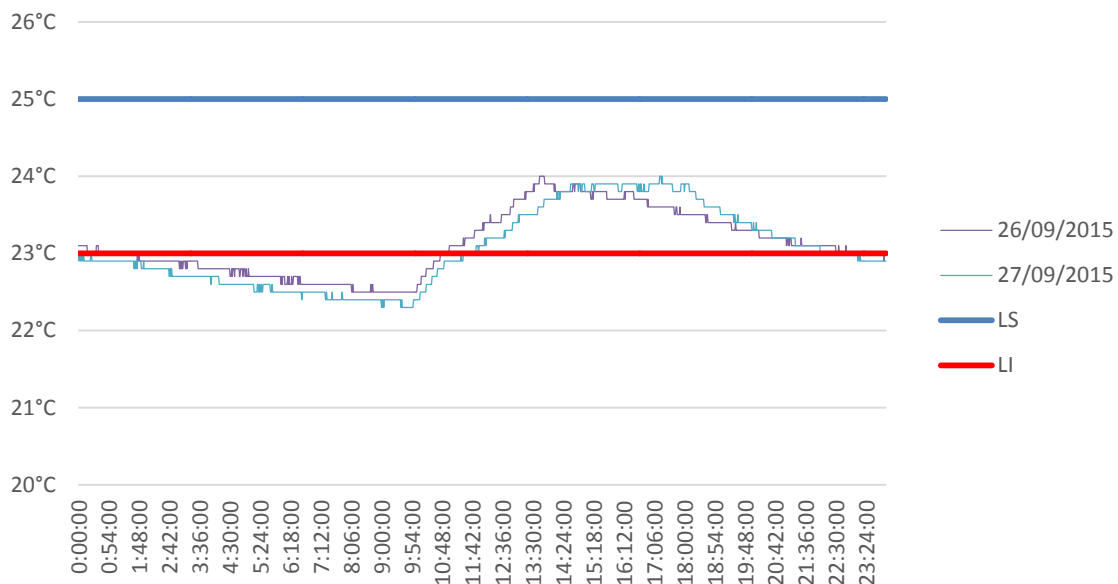


Gráfico 23 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

### Días laborables

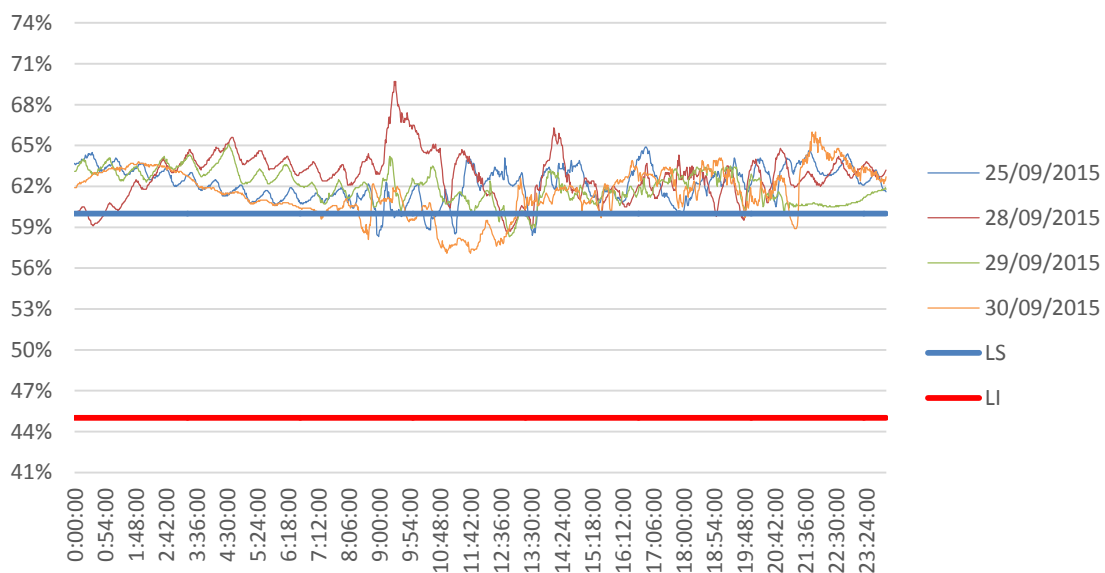


Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables



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

Esta zona se trata mediante un fancoil y una unidad portátil para calefactar o refrigerar controlada por el usuario. La temperatura comienza a aumentar desde los 23°C a partir de las 9:00h de la mañana, coincidiendo con el inicio de la jornada laboral. A las 14:30h se alcanzan los 24,3°C y a partir de este momento la temperatura se mantiene uniforme durante las horas centrales hasta finalmente descender a los 23,5°C al final de la jornada laboral. Por lo tanto, la temperatura no supera los 25°C reglamentarios durante una parte del periodo de ocupación, lo que indica un aporte frigorífico suficiente en esta zona, aunque no es significativo.

La humedad se sitúa por encima del límite inferior requerido por la normativa (45%) durante una parte importante del horario de ocupación, oscilando entre el 59 y 70

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas suficientes.** En general las temperaturas se encuentran alrededor de los 24°C durante los periodos de ocupación, encontrándose la temperatura por dentro de los valores establecidos por el RITE (25°C) durante una parte de dicho periodo de ocupación.
- ☐ En general, **no se mantiene encendida la refrigeración fuera del horario de ocupación ni durante los fines de semana.**

### 3.4 Análisis termográfico

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

### 3.5 Certificación energética

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

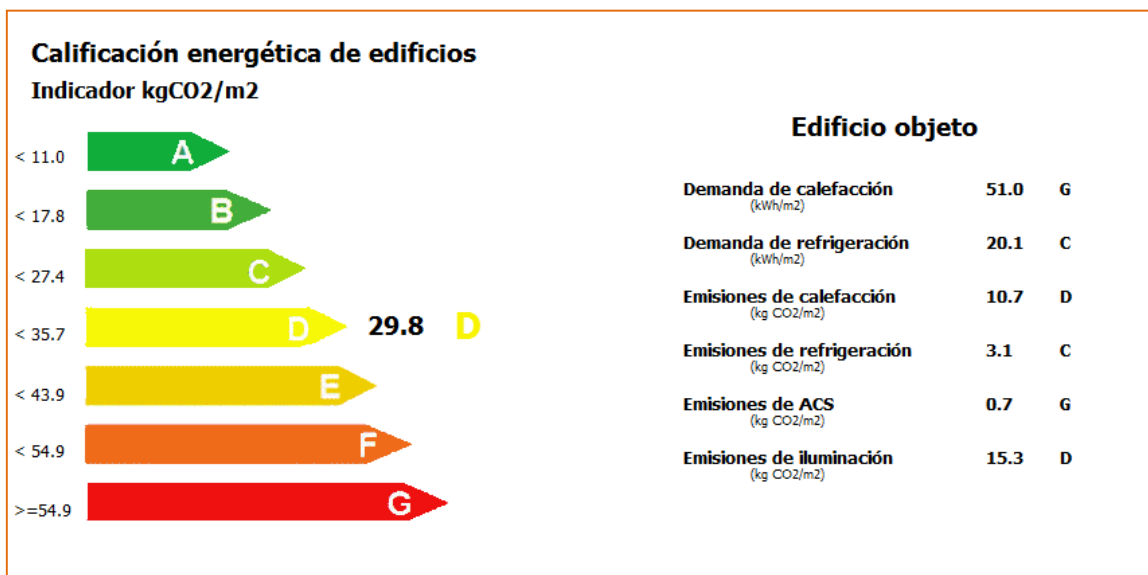


Imagen 8 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética del C.C Cortijo Miraflores

#### 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:

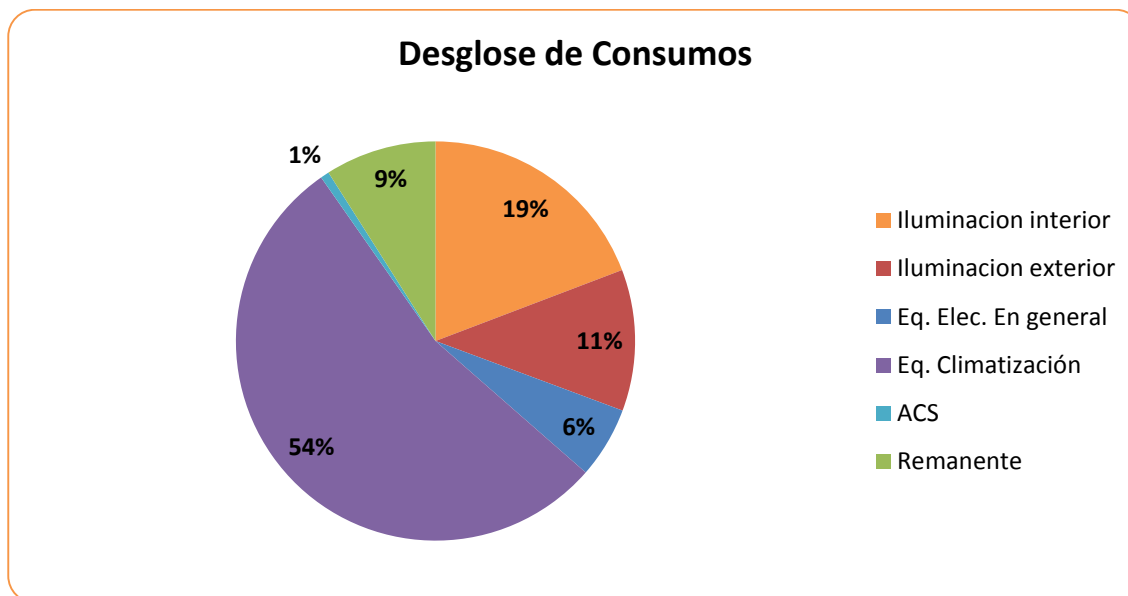


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

Los consumos más importantes son los referentes a los equipos de climatización, iluminación interior e iluminación exterior alimentados por energía eléctrica.

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

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

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

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 6%.

Este desvío en los periodos P1 y P2 se debe a que en los meses de julio y agosto han tenido temperaturas muy elevadas y por tanto las horas de uso de climatización son muy variables a lo largo del año.

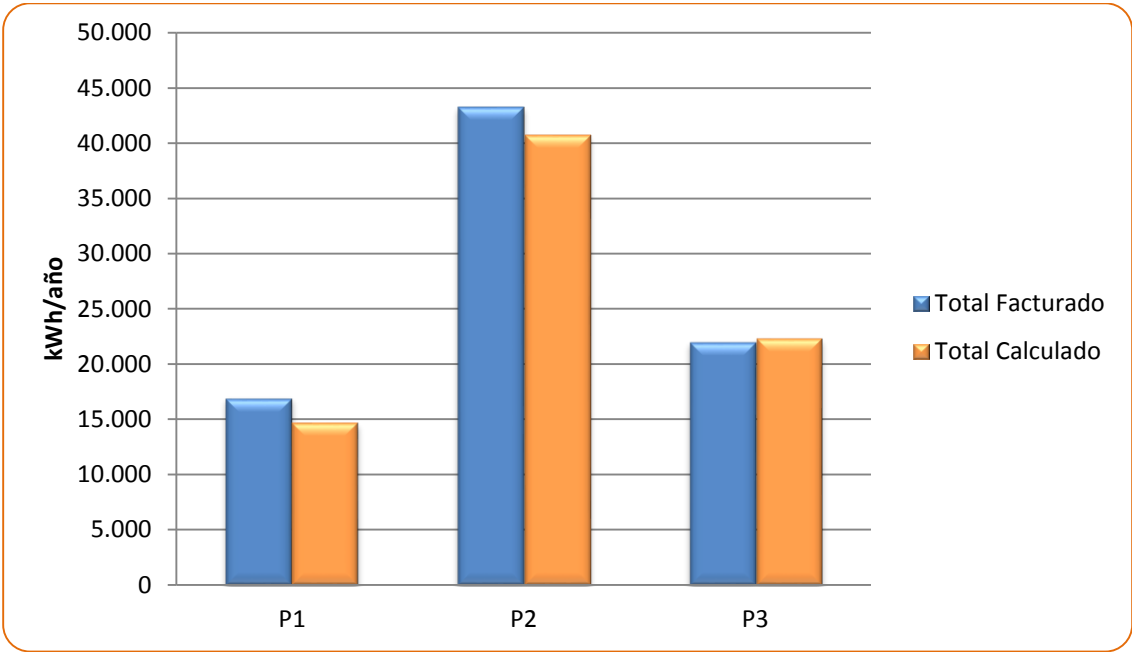


Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</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>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</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 9 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>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</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	28,01%	65,71%	6,28%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,23281
Precio de la potencia (€/kW y 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			
10.293	68,87%	12,50%	1.259,12 €	140,07 €	1.399,19 €	33.353,29 €	23,84	4,11

### 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>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	1306
		18
		Rev.06

## 5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

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

### Descripción de la mejora

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

### Aplicación de la mejora

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

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

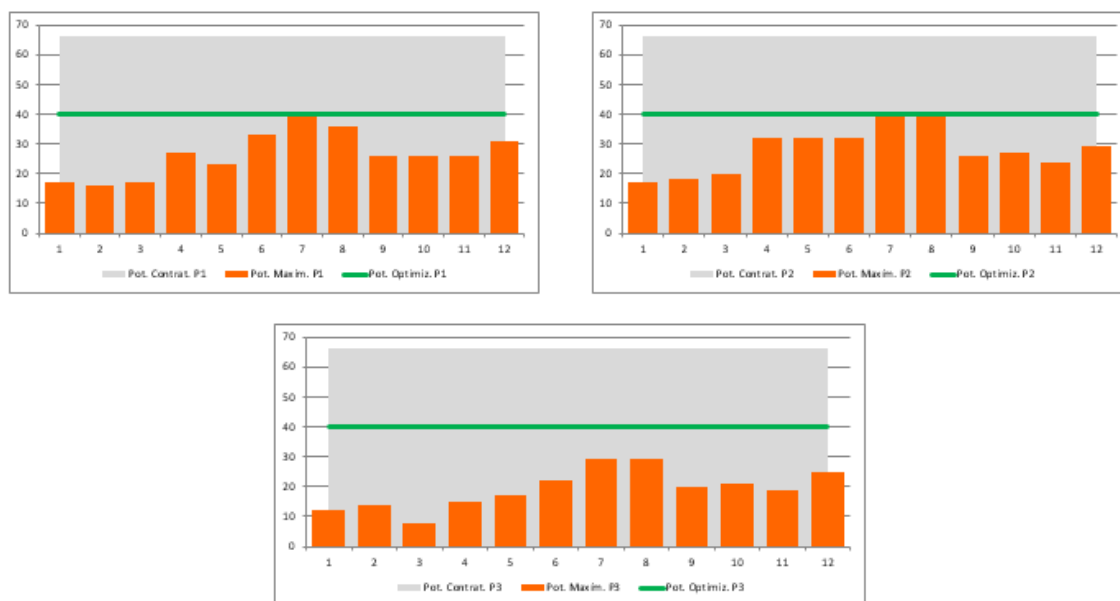


Gráfico 28 Potencias registradas y óptimas por periodo

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 reducir la potencia contratada a **40 / 40 / 40 kW** para cada uno de los tres 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	
66	66	66	40	40	40	1.822,43 €

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

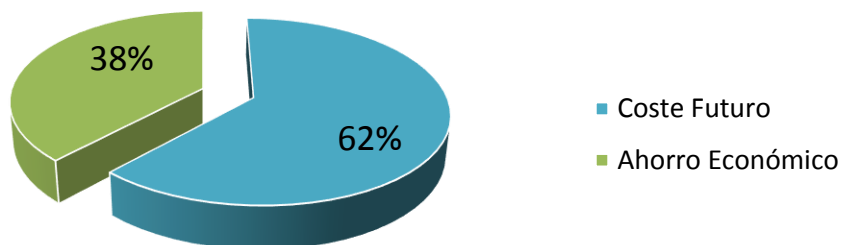


Gráfico 29 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

### 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>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>

### 5.3 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>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
23,46	2,5+5+10	17,5

Tabla 22 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 778,01 €.

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	€[1]	años	Ton/año
--	--	335,88	778,01	2,32	--

Tabla 23 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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>

## 6. MEJORAS RECOMENDADAS

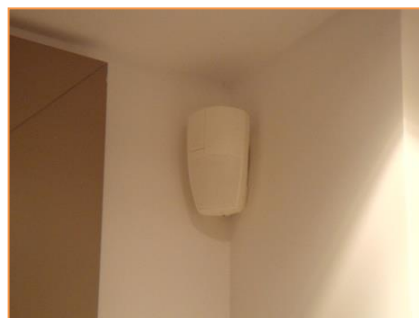
### 6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

**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 10 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>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</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.

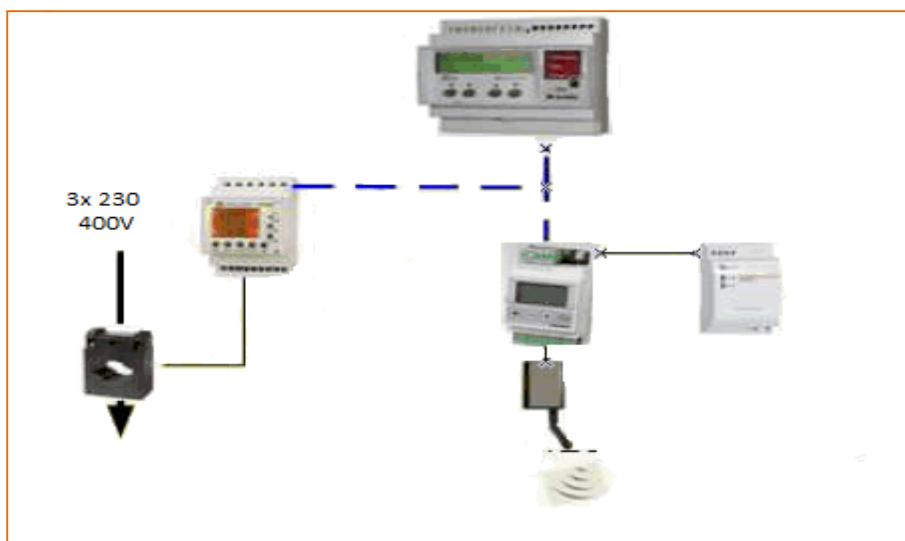
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>

## 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 11 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>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</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>C.C CORTIJO MIRAFLORES</b>	<b>1306</b>
		<b>18</b>
		<b>Rev.06</b>

## 7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

### 7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación ya que la demanda de agua caliente sanitaria en el centro es muy reducida, produciéndose de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo. Se trata de un uso muy esporádico.

### 7.1 Biomasa

La producción térmica para la calefacción del centro consta de sistemas tipo bomba de calor de expansión directa, por lo que, para implantar la biomasa como contribución de energías renovables, la instalación requeriría de una reforma integral para poder adaptarse a las condiciones de funcionamiento de una instalación de este tipo.

Por otra parte, los condicionantes a tener en cuenta son los siguientes:

- Debido al bajo número de horas de funcionamiento de la calefacción el periodo de retorno simple de la inversión sería elevado.
- La implantación de esta mejora sirve como actuación ejemplarizante y educativa sobre las energías renovables y la protección del medio ambiente. Esta circunstancia se ve acentuada por la mejora en calificación energética.
- Se considera una opción a tener en cuenta al sustituir la caldera existente si se dan las condiciones adecuadas de acceso del camión de suministro y hay espacio suficiente en la sala de calderas para el almacenamiento de combustible. En este caso, no existe sala de calderas y podrían existir limitaciones de acceso.

Desde el punto de vista de viabilidad económica, donde la implantación de estos sistemas presenta periodos de retorno altos, no se considera su instalación.

### 7.1 Fotovoltaica - Autoconsumo

Actualmente, las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo están reguladas mediante el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre de 2015. En el apartado 5 se resumen los principales aspectos a tener en cuenta.

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo que se adapte a los requisitos recogidos en el Real Decreto 900/2015, están los siguientes:

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

Por lo tanto, al no cumplirse estos condicionantes, no se aconseja la implantación de energía solar fotovoltaica en este centro.

## 8. RESUMEN

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

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
	kWh	% <sup>1</sup>	€/año	€ <sup>2</sup>	años	Ton/año
Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	10.293	68,87 %	1.399,19	33.353,29 €	23,84	4,11
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	1.822,43	-	-	-
Instalación de Batería de condensadores	-	-	355,88	778,01	2,32	-
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	10.293	-	3.277,5	34.131,30	10,42	4,11

Tabla 24 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

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

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

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