



## INFORME

# AUDITORÍA ENERGÉTICA

## AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(Tenencia Las Chapas)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_02_20150202

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.....	7
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	8
1.4.1 Producción de ACS .....	8
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización .....	11
1.4.3 Unidades Terminales.....	16
1.5 Iluminación.....	20
1.5.1 Iluminación interior .....	21
1.5.2 Iluminación exterior .....	22
1.5.3 Sistemas de control .....	23
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	23
1.6 Otros equipos .....	24
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	29
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>30</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	30
2.2 Consumos térmicos.....	33
2.3 Consumos energéticos totales .....	33
2.4 Índices energéticos.....	33
2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....	33
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	33
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS.....</b>	<b>34</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	34
3.1.1 Registros trifásicos .....	34
3.1.2 Registros monofásicos.....	37
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	39
3.3 Medidas térmicas.....	40
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....	40
3.4 Análisis termográfico.....	43
3.5 Certificación energética .....	43
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>44</b>
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	44

4.2	Desglose de consumos térmicos .....	46
4.3	Contribución de energías renovables .....	46
<b>5.</b>	<b>ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>47</b>
5.1	Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED. ....	47
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....	49
5.3	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante .....	51
<b>6.</b>	<b>MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>57</b>
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	57
6.2	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante .....	59
6.3	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	60
<b>7.</b>	<b>PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>62</b>
7.1	Energía solar térmica.....	62
7.2	Biomasa .....	62
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo .....	62
<b>8.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>64</b>

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

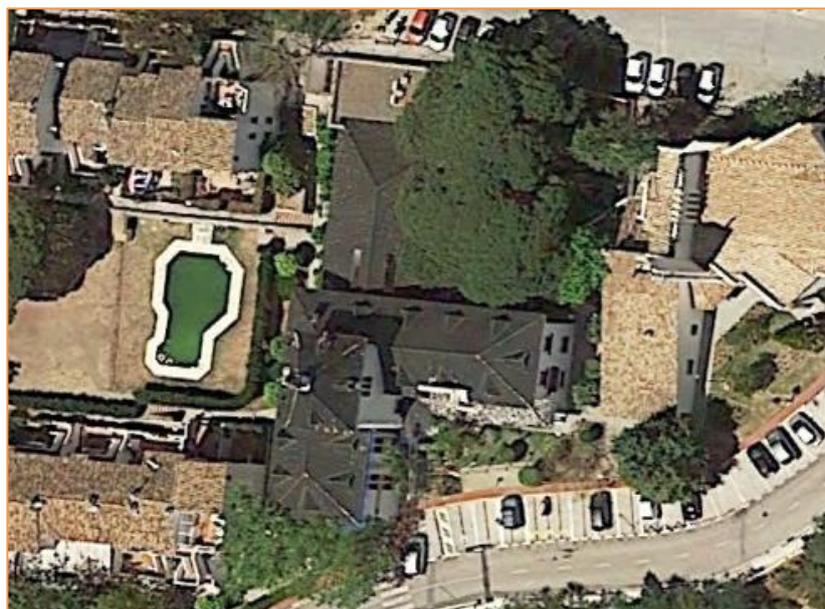
Denominación del Centro	TENENCIA DE ALCALDIA LAS CHAPAS
Dirección	Calle Pinsapo, 37-53 29604 Marbella, Málaga
Tipo de edificio	Edificio Administrativo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	José Luis 629 24 88 44 (tenencia de alcaldía) 952 83 27 30 (Centro de personas activas)
Número de edificios	3

*Tabla 1 Resumen datos generales*

Las instalaciones de la **Tenencia Alcaldía Las Chapas** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calla Pinsapo 37** en la localidad de **Marbella**.



*Imagen 1 Vista general de la Tenencia Alcaldía*



*Imagen 2 Vista aérea de la Tenencia Alcaldía Las Chapas*

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Útil	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Tenencia de alcaldía	5	832,33	87	Verano: 7:00-20:00 Inv:7:00-21:00 (L-V)	1994	2015	Instalación eléctrica
Guardería Municipal Las chapas	1	194,08	31	De 8:00 a 17:00 (L-V) Agosto cerrado	1994	2005	Ampliación
Consultorio médico	1	106,66	15	De 8:00 a 14:00	1994		
Centro de personas activas	1	204	66	De 9:00 a 15:15 y de 16:30 a 21:00. Cerrado del 1 al 15 de Agosto	2014		

*Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos*

CEIP Isaac Peral	Ocupación	Horario de funcionamiento	Uso
Aulas	251	09:00-12:30; 15:00-16:30	Aulas
Administración	17	08:00-13:00; 15:00-17:30	Administrativo
Cocina	1	08:30-15:30	Cocina
Circulaciones	252	08:00-18:00	Zonas comunes
Comedor	80	12:30-15:00	Comedor

*Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio*

## 1.2 Planos y distribución

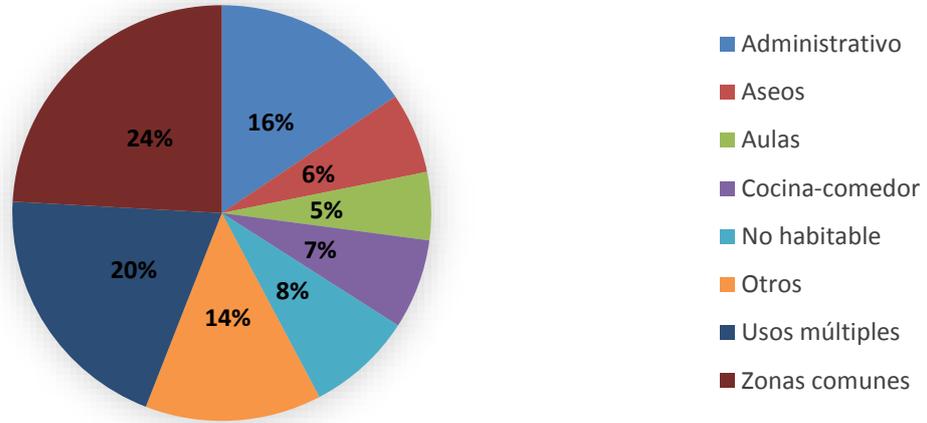
En la tabla siguiente se muestran los metros cuadrados según los usos para cada una de las plantas.

USO	Planta 0	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta -	Sup. Total (m2)
Administrativo	26	163	19	--	--	--	207
Aseos	48	36	--	--	--	--	84
Aulas	70	--	--	--	--	--	70
Cocina-comedor	93	--	--	--	--	--	93
No habitable	43	8	--	24	35	--	109
Otros	66	--	116	--	--	--	182
Usos múltiples	195	--	71	--	--	--	266
Zonas comunes	124	101	70	--	--	27	321
Sup. Total (m2)	665	307	275	24	35	27	1.333

*Tabla 4 Distribución de Superficie por usos*

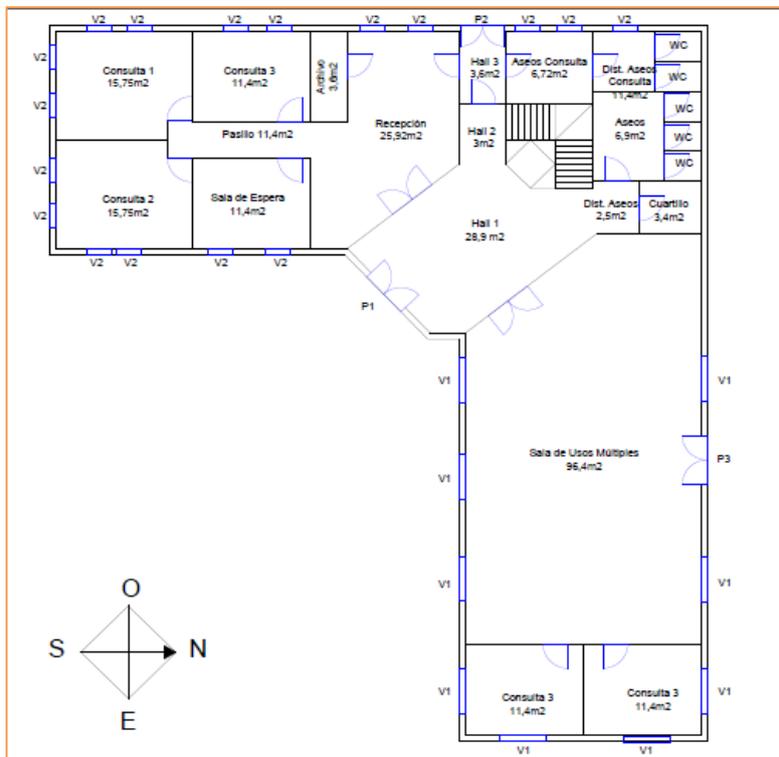
A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que estos están muy repartidos debido a las diferentes actividades que se llevan a cabo en cada una de las áreas del edificio, pudiendo destacar si acaso, la zona dedicada a zonas comunes con un 24% seguida de los usos múltiples con un 20%.

### Superficie según usos

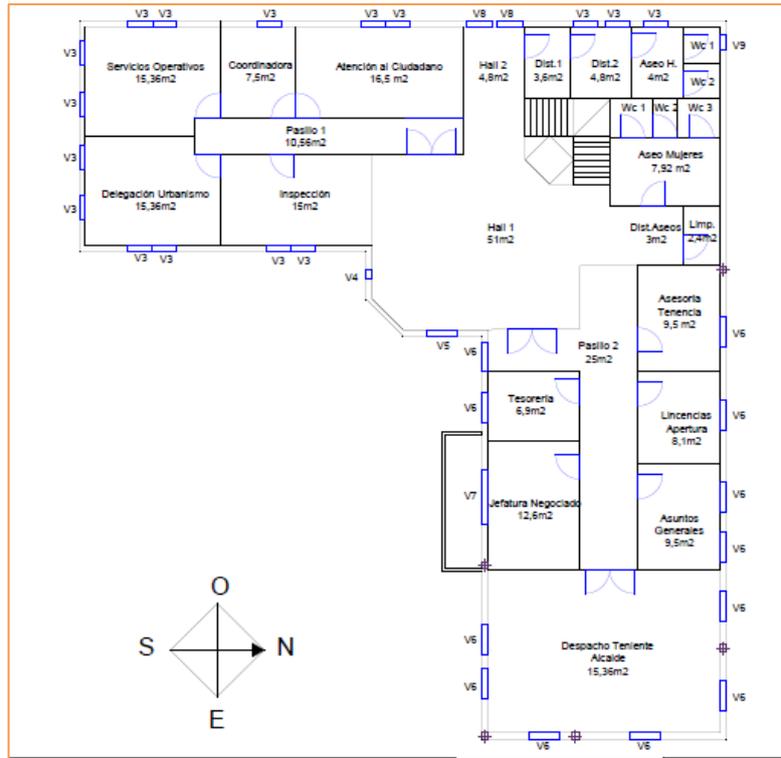


*Gráfico 1 Superficie según Usos*

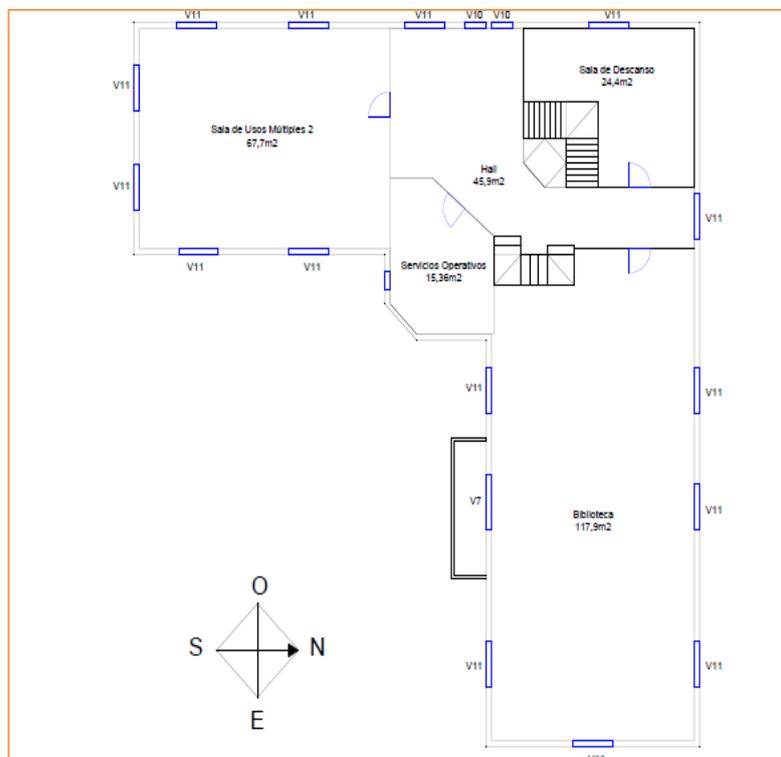
A continuación se muestran los planos por planta de la instalación:



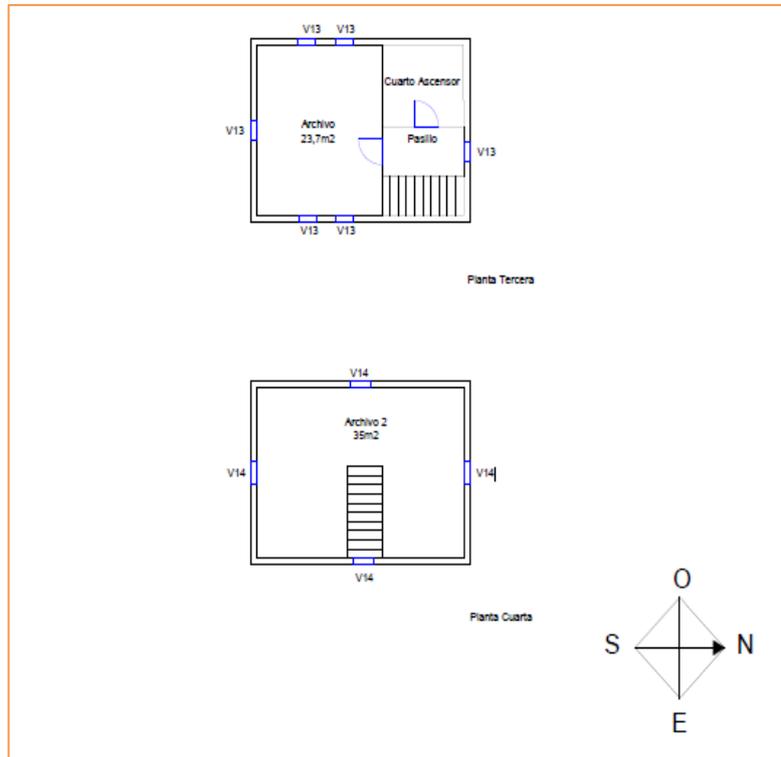
*Plano 1 Planta Baja Tenencia Alcaldía*



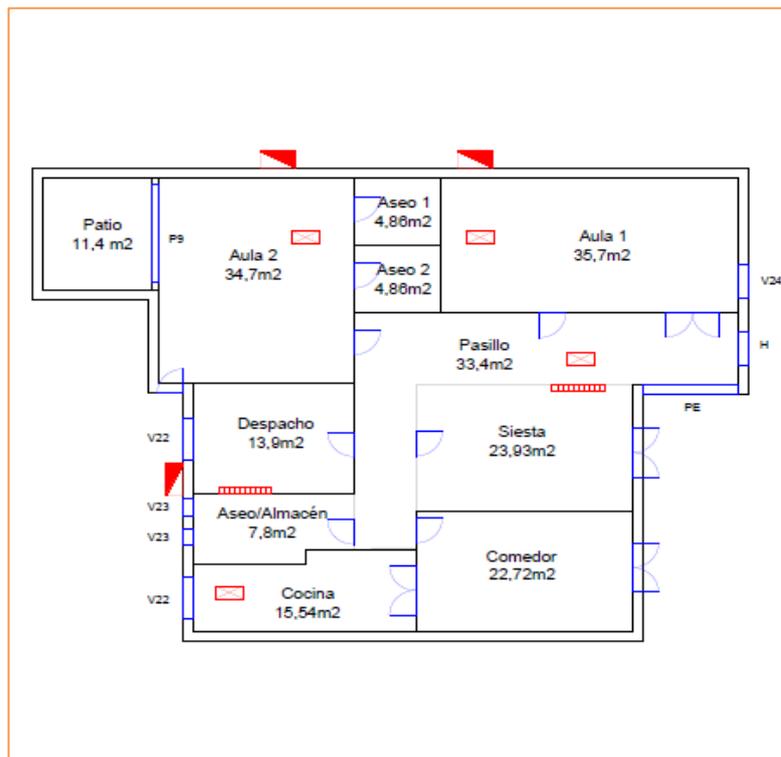
*Plano 2 Planta Primera Tenencia Alcaldía*



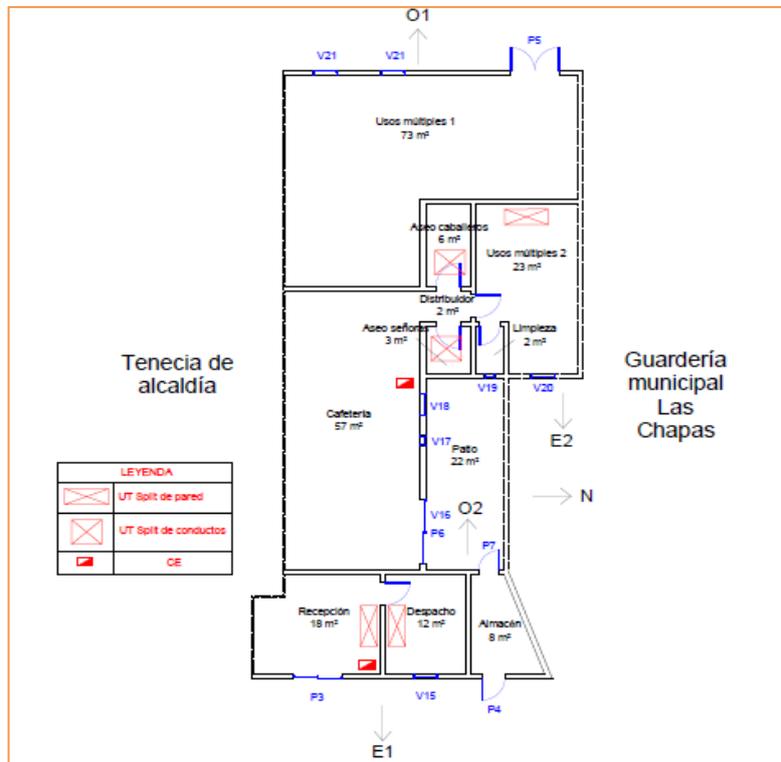
*Plano 3 Planta Segunda Tenencia Alcaldía*



*Plano 4 Plantas Tercera y Cuarta Tenencia Alcaldía*



*Plano 5 Planta Baja Guardería Las Chapas*



*Plano 6 Planta Baja Centro de Personas Activas*

### 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 1994; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

La Tenencia de alcaldía de las Chapas se encuentra emplazado en un complejo con 3 edificios anexos. Las fachadas son de ladrillo con revoco de cemento pintado de blanco, el tipo de ventanas predominante son de vidrio doble con marco metálico sin rotura de puente térmico, aunque en estancias determinadas las hay de vidrio simple. La parte posterior del edificio se caracteriza por tener una cubierta inclinada de teja cerámica.

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 estas instalaciones, 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 cubierta y unidades interiores de diferentes tipologías (pared, suelo y conductos). Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1 y 2x1.

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

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se lleva a cabo de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo.

#### 1.4.1 Producción de ACS

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

Edificio	Planta	Zona	Pot. eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Tenencia de Alcaldía	0	Cuarto de mantenimiento	1,20	75	En servicio
Tenencia de Alcaldía	1	Limpieza	1,20	75	En servicio
Consultorio médico	0	Consulta 2	2,00	50	En servicio
Centro de Persona Activas	0	Almacén	1,20	49	En servicio
Guardería	0	Aseo 1	1,60	100	En servicio
Guardería	0	Cocina	1,20	75	En servicio

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS

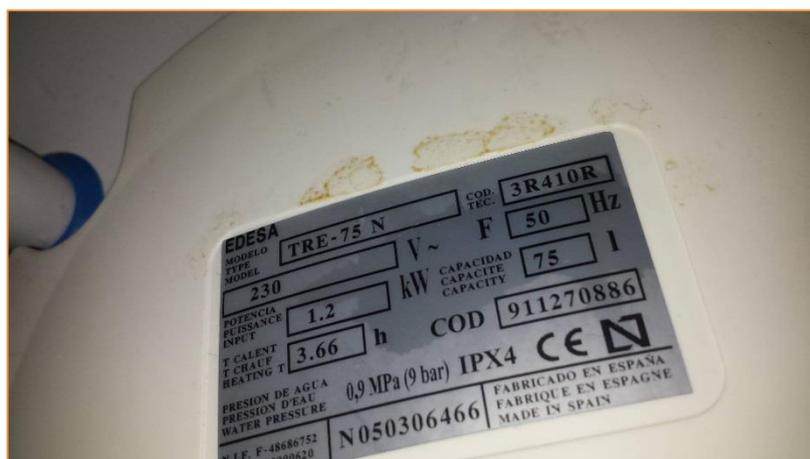


Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos – Tenencia de Alcaldía – Cuarto de mantenimiento



Imagen 5 Termos acumuladores eléctricos– Tenencia de Alcaldía – Limpieza



Imagen 6 Termos acumuladores eléctricos - Consultorio médico – Consulta 2

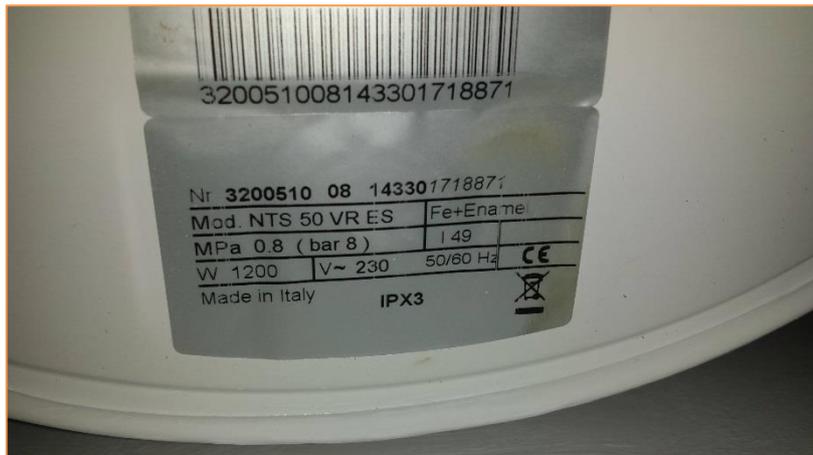


Imagen 7 Termos acumuladores eléctricos – Centro de personas activas - Almacén



*Imagen 8 Termos acumuladores eléctricos – Guardería – Cocina*

#### 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
Edificio	Tenencia de alcaldía	Tenencia de alcaldía y Centro de salud	Tenencia de alcaldía	Tenencia de alcaldía
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	Plano detalle	Plano detalle	Plano detalle	Plano detalle
Zona de tratamiento	Sala de usos múltiples 1 y Almacenes 1 y 2	Hall 1, 2 y 3, Recepción, pasillo Sala de espera, consultas 1,2 y 3	Hall 1 y 2, pasillo 1, atención al ciudadano, inspección, coordinadora, servicios operativos y delegación urbanización	Pasillo 2, tesorería, jefatura de negociado, despacho teniente alcalde, asuntos generales, licencias de apertura y asesoría tenencia de alcaldía
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll	Compresor Scroll Inverter
Marca	Interclisa	Airwell	Interclisa	Airwell
Modelo	-	GC 60 DCI AW	-	GC 60 DCI AW
Refrigerante	<b>R22</b>	<b>R410a</b>	<b>R22</b>	<b>R410a</b>
Tipo de unidad interior	<b>Conductos</b>	<b>Conductos</b>	<b>Conductos</b>	<b>Conductos</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>15,20</b>	<b>14,00</b>	<b>15,20</b>	<b>14,00</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	5,63	4,20	5,63	4,20
EER	<b>2,70</b>	<b>3,33</b>	<b>2,70</b>	<b>3,33</b>
Potencia Calorífica (kW)	<b>16,60</b>	<b>16,00</b>	<b>16,60</b>	<b>16,00</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	6,04	4,40	6,04	4,40
COP	<b>2,75</b>	<b>3,64</b>	<b>2,75</b>	<b>3,64</b>
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	Variable	L-V	Variable	L-V
horario funcionamiento (mañana)	Variable	8:00 - 14:00	8:00 - 14:00	8:00 - 14:00
horario funcionamiento (tarde)	Variable	-	14:00 - 20:00	14:00 - 20:00
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

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

Nº generador	5	6	7	8
Edificio	Tenencia de alcaldía	Tenencia de alcaldía	Tenencia de alcaldía	Centro de personas activas
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	Plano detalle	Plano detalle	Plano detalle	Cubierta
Zona de tratamiento	Usos múltiples 2 y Hall (P2)	Biblioteca	Oficina de recaudación y sala de descanso	Usos múltiples 1
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Otros (especificar en observaciones)	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	Carrier	General	Carrier	Mitsubishi
Modelo	z007200035	AOHG45LATT	z007200035	FDC140VN
Refrigerante	<b>R22</b>	<b>R410a</b>	<b>R22</b>	<b>R410a</b>
Tipo de unidad interior	<b>2x Suelo</b>	<b>2x Suelo</b>	<b>2x Suelo</b>	<b>Conductos</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>10,50</b>	<b>12,50</b>	<b>10,50</b>	<b>14,00</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	3,74	3,90	3,74	5,11
EER	<b>2,81</b>	<b>3,21</b>	<b>2,81</b>	<b>2,74</b>
Potencia Calorífica (kW)	<b>10,55</b>	<b>14,50</b>	<b>16,00</b>	<b>16,00</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	3,70	3,90	4,40	4,85
COP	<b>2,85</b>	<b>3,72</b>	<b>3,64</b>	<b>3,30</b>
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	-	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	-	Marzo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	-	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	-	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	-	L-D
horario funcionamiento (mañana)	Variable	9:00 - 14:00	-	Variable
horario funcionamiento (tarde)	Variable	14:00 - 20:00	-	Variable
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Control termostático por zonas	Manual	Control termostático por zonas
Observaciones	-	-	Fuera de servicio	-

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

Nº generador	9	10	11	12
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Multi-split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split
Edificio	Centro de personas activas	Centro de personas activas	Centro de personas activas	Guardería municipal las Chapas
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Cafetería	Usos múltiples 2	Recepción y despacho	Aula 2
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll
Marca	Mitsubishi	Mitsubishi	Mitsubishi	TECO
Modelo	FDC125VN	SRC50ZMX-S	SCM40ZM-S	-
Refrigerante	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R22</b>
Tipo de unidad interior	<b>Conductos</b>	<b>Pared</b>	<b>2x Pared</b>	<b>Pared</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>12,50</b>	<b>5,00</b>	<b>4,00</b>	<b>6,15</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	4,03	1,30	0,84	2,05
EER	<b>3,10</b>	<b>3,85</b>	<b>4,76</b>	<b>3,00</b>
Potencia Calorífica (kW)	<b>14,00</b>	<b>6,00</b>	<b>4,50</b>	<b>6,36</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	4,01	1,36	0,90	2,15
COP	<b>3,49</b>	<b>4,41</b>	<b>5,00</b>	<b>2,96</b>
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Febrero
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-D	L-D	L-D	L-V
horario funcionamiento (mañana)	9:00 - 15:15	Variable	9:00 - 15:15	8:30 - 11:00
horario funcionamiento (tarde)	16:30 - 21:00	Variable	Variable	15:30 - 17:00
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

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

Nº generador	13	14
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split
Edificio	Guardería municipal las Chapas	Guardería municipal las Chapas
Planta	1	0
Ubicación equipo	Cubierta	Fachada Oeste
Zona de tratamiento	Aula 1	Despacho, siesta y comedor
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	TECO	Interclisa
Refrigerante	R22	R22
Tipo de unidad interior	Pared	Conductos
Potencia Frigorífica (kW)	6,15	15,20
Potencia Absorbida Frío (kW)	2,05	5,63
EER	3,00	2,70
Potencia Calorífica (kW)	6,36	16,60
Potencia Absorbida Calor (kW)	2,15	6,04
COP	2,96	2,75
Mes inicio calefacción	Noviembre	-
Mes final calefacción	Febrero	-
Mes inicio refrigeración	Junio	-
Mes final refrigeración	Septiembre	-
días/semana	L-V	-
horario funcionamiento (mañana)	8:30 - 11:00	-
horario funcionamiento (tarde)	15:30 - 17:00	-
Sistema de gestión centralizado	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas
Observaciones	-	Fuera de servicio

*Tabla 9 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización*



*Imagen 9 Equipos de producción de frío y calor para climatización*



*Imagen 10 Equipos de producción de frío y calor para climatización*



*Imagen 11 Equipos de producción de frío y calor para climatización*

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

Calefacción	176,07 kW
Refrigeración	154,90 kW

Tabla 10 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 centro para cubrir las necesidades de calefacción y refrigeración por zonas:

#### Unidades interiores – Expansión directa

El centro consta de unidades interiores de diferentes tipologías (pared, suelo 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 y 2x1), como parte fundamental de los sistemas autónomos de climatización tipo bomba de calor de expansión directa descritos anteriormente.

Al tratarse de sistemas de climatización partidos (tipo split 1x1 y 2x1), 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.



Imagen 12 Tipología de **unidades interiores** instaladas - **Sistema autónomo de expansión directa – MultiSplit tipo suelo**



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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	248,69	40,45	162,65
Aulas	70,44	12,72	180,58
Cocina-comedor	57,00	14,00	245,61
No habitable	12,20	30,40	2.491,80
Zonas comunes	207,20	14,43	69,64
Usos múltiples	119,00	27,25	228,99
Otros	117,90	7,00	59,37
<b>Total</b>	<b>832,43</b>	<b>146,25</b>	<b>175,69</b>

Tabla 11 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

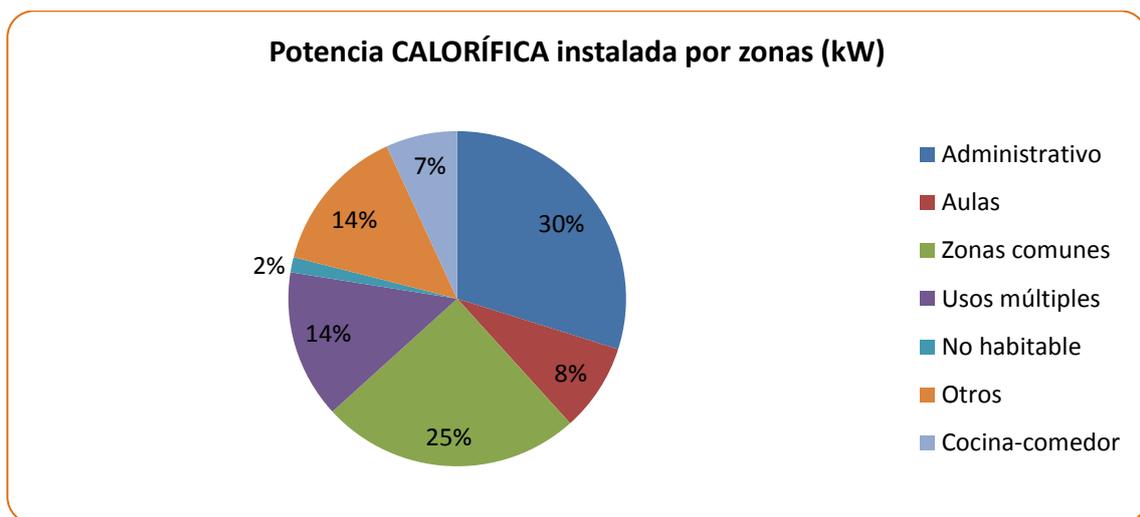


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

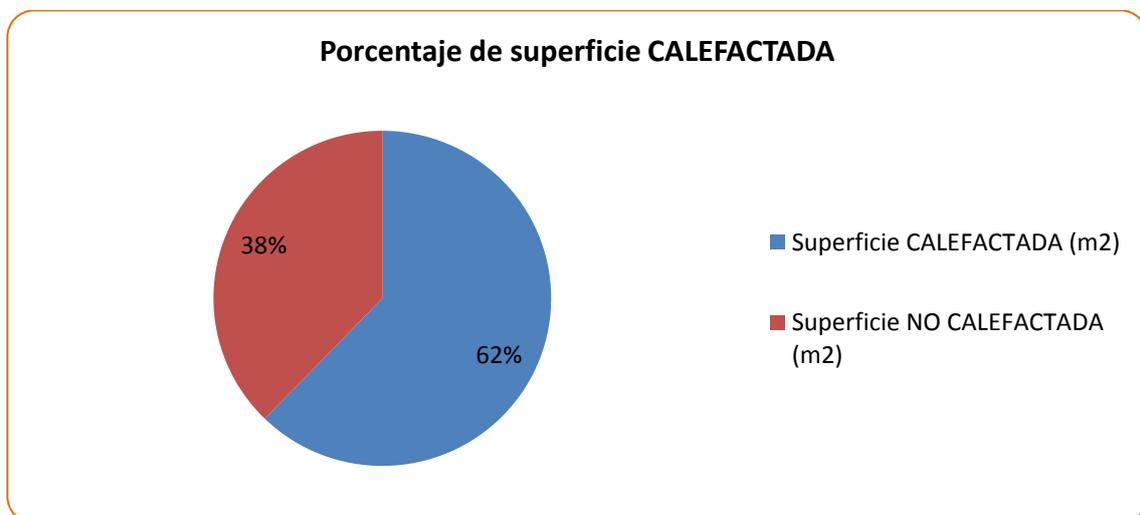


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	248,69	35,75	143,75
Aulas	70,44	12,30	174,62
Cocina-comedor	57,00	12,50	219,30
No habitable	12,20	32,80	2.688,52
Zonas comunes	207,20	29,60	142,86
Usos múltiples	119,00	24,25	203,78
Otros	117,90	6,25	53,01
<b>Total</b>	<b>832,43</b>	<b>153,45</b>	<b>184,34</b>

Tabla 12 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

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

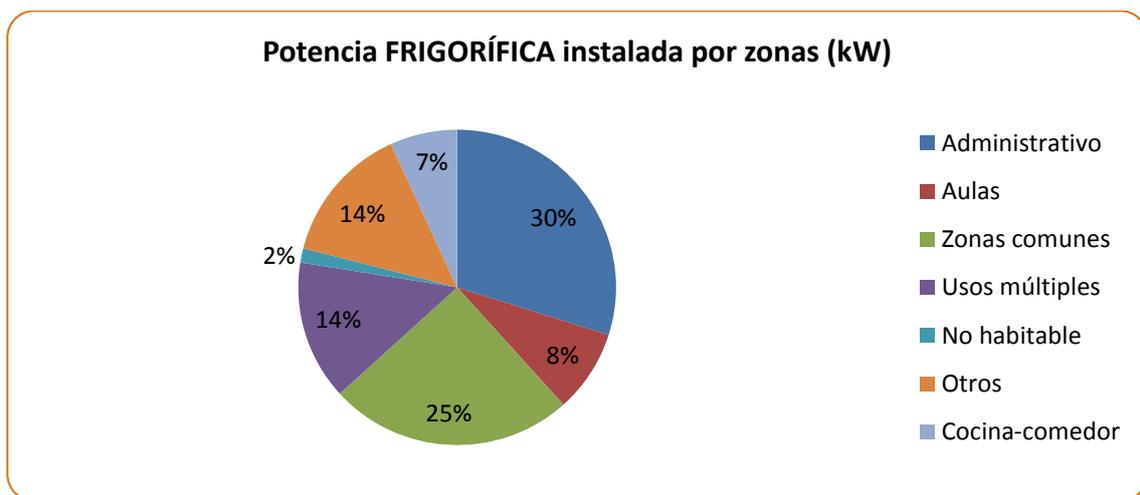


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

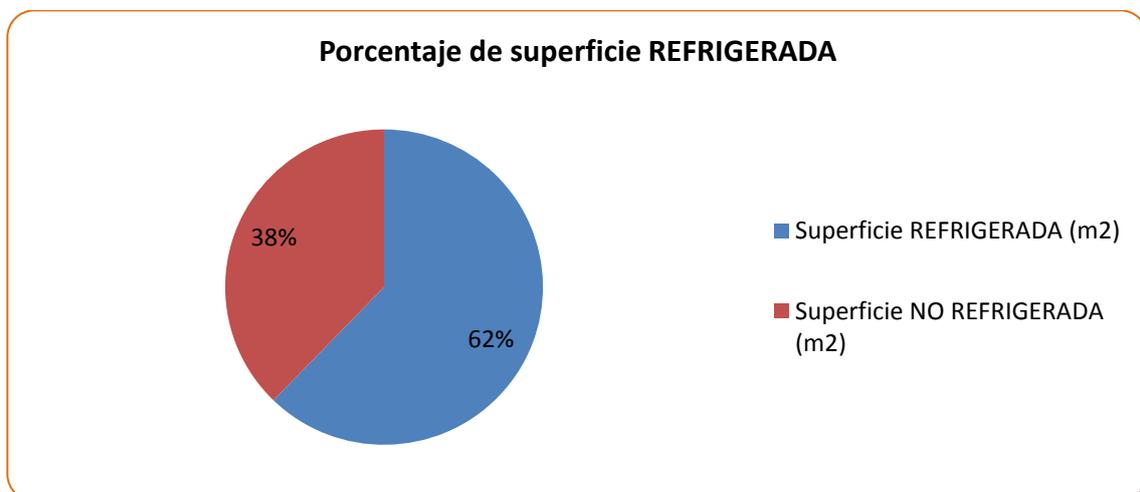


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 17,89 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 edificio.

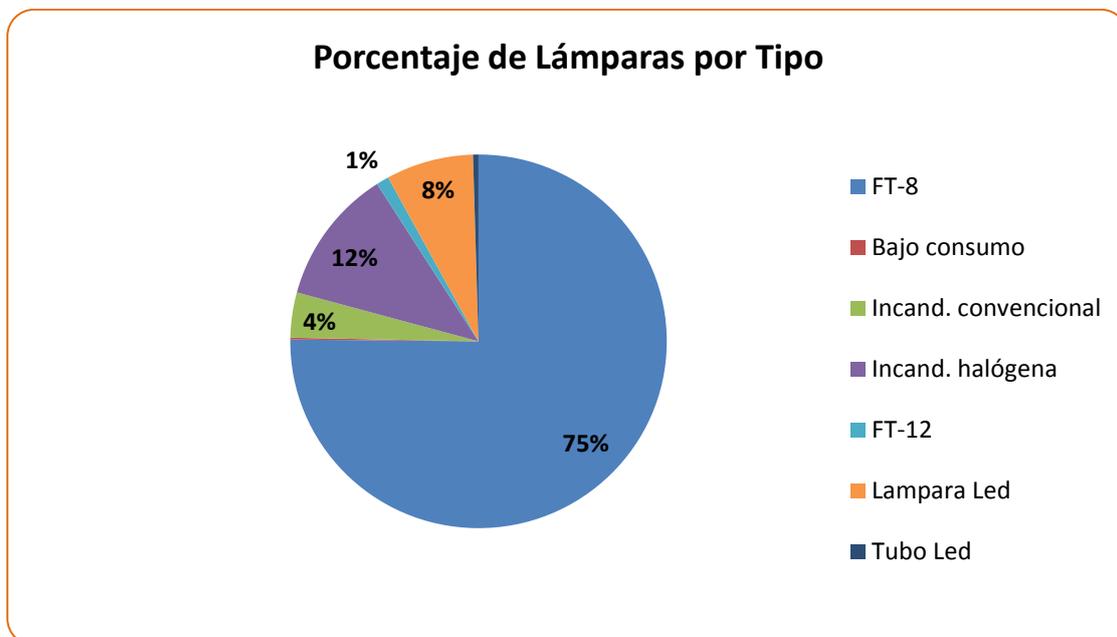


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

### 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.	Suma de kW TOTAL
EM	146	12,04
FT-8	140	11,71
1	5	0,22
36	5	0,22
2	32	2,59
18	4	0,17
36	28	2,42
4	103	8,90
18	103	8,90
FT-12	6	0,34
1	5	0,24
40	5	0,24
2	1	0,10
40	1	0,10
-	127	4,98
Incandescente. Convencional	7	0,38
1	7	0,38
40	2	0,08
60	5	0,30
Incandescente halógena	75	3,34
1	75	3,34
18	3	0,05
50	33	1,65
42	39	1,64
Lámpara Led	42	1,23
1	42	1,23
40	14	0,56
24	28	0,67
Tubo Led	3	0,03
1	3	0,03
9	3	0,03
<b>Total general</b>	<b>273</b>	<b>17,02</b>

Tabla 13 Resumen de lámparas instaladas

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



*Imagen 15 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.	Suma de kW TOTAL
-	23	0,87
Incand. Convencional	18	0,76
1	18	0,76
40	16	0,64
60	2	0,12
Lámpara Led	4	0,07
1	2	0,02
11	2	0,02
2	2	0,04
11	2	0,04
Bajo consumo	1	0,04
1	1	0,04
40	1	0,04
<b>Total general</b>	<b>23</b>	<b>0,87</b>

*Tabla 14 Resumen de iluminación exterior*



*Imagen 16 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 de la tenencia 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.

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.

### 1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
<b>Audiovisual</b>	<b>8</b>	<b>1,137</b>
<b>DVD/CD</b>	<b>2</b>	<b>0,021</b>
10	1	0,01
11	1	0,011
<b>Television LCD</b>	<b>3</b>	<b>0,75</b>
250	3	0,75
<b>Television Tubo</b>	<b>2</b>	<b>0,348</b>
300	1	0,3
48	1	0,048
<b>Video</b>	<b>1</b>	<b>0,018</b>
18	1	0,018
<b>Electrodoméstico</b>	<b>46</b>	<b>48,548</b>
<b>Frigorífico</b>	<b>1</b>	<b>0,25</b>
250	1	0,25
<b>Horno</b>	<b>2</b>	<b>5,5</b>
2500	1	2,5
3000	1	3
<b>Lavavajillas</b>	<b>2</b>	<b>3,2</b>
1000	1	1
2200	1	2,2
<b>Mesa caliente</b>	<b>1</b>	<b>2,4</b>
2400	1	2,4
<b>Microondas</b>	<b>4</b>	<b>5,7</b>
1500	1	1,5
1200	1	1,2
800	1	0,8
2200	1	2,2
<b>Extractor</b>	<b>5</b>	<b>0,23</b>
30	4	0,12
110	1	0,11
<b>Cafetera</b>	<b>3</b>	<b>2,47</b>
600	1	0,6
1000	1	1
870	1	0,87
<b>Nevera</b>	<b>5</b>	<b>0,7</b>
120	2	0,24
220	1	0,22
100	1	0,1
140	1	0,14

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
<b>Plancha</b>	<b>3</b>	<b>7,4</b>
1500	1	1,5
2000	1	2
3900	1	3,9
<b>Freidora</b>	<b>1</b>	<b>2,25</b>
2250	1	2,25
<b>Batidora</b>	<b>2</b>	<b>1,2</b>
850	1	0,85
350	1	0,35
<b>Máquina de café</b>	<b>1</b>	<b>1,8</b>
1800	1	1,8
<b>Máquina expendedora bebida</b>	<b>1</b>	<b>0,6</b>
600	1	0,6
<b>Nevera arcón</b>	<b>4</b>	<b>2,24</b>
130	1	0,13
1000	2	2
110	1	0,11
<b>Nevera doméstica</b>	<b>1</b>	<b>0,098</b>
98	1	0,098
<b>Tostador</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
600	2	1,2
1000	1	1
800	1	0,8
<b>Kettle / Calienta agua</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
3000	1	3
<b>Cafetera industrial</b>	<b>1</b>	<b>2,5</b>
2500	1	2,5
<b>Lavadora</b>	<b>1</b>	<b>2,1</b>
2100	1	2,1
<b>Armario refrigeracion</b>	<b>1</b>	<b>0,85</b>
850	1	0,85
<b>Molino de café</b>	<b>2</b>	<b>1,06</b>
530	2	1,06
<b>Informático</b>	<b>56</b>	<b>15,9785</b>
<b>Ordenador sobremesa</b>	<b>25</b>	<b>7,5</b>
300	25	7,5
<b>Rack</b>	<b>1</b>	<b>0,13</b>
130	1	0,13
<b>Scanner</b>	<b>1</b>	<b>0,05</b>
50	1	0,05
<b>Trituradora de papel</b>	<b>1</b>	<b>0,39</b>
390	1	0,39

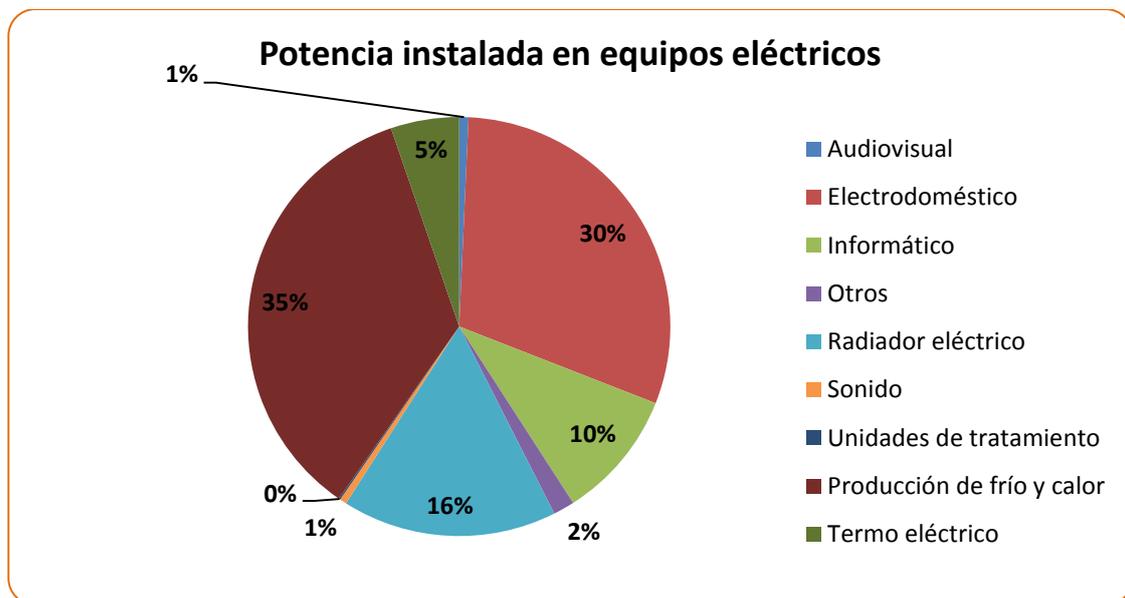
Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
<b>Fotocopiadora</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>
1500	1	1,5
<b>Fax</b>	<b>1</b>	<b>0,018</b>
18	1	0,018
<b>Ordenador portatil</b>	<b>2</b>	<b>0,3</b>
150	2	0,3
<b>Impresora oficina</b>	<b>20</b>	<b>6,0085</b>
250	1	0,25
60	1	0,06
25	2	0,05
450	2	0,9
32	2	0,064
45	1	0,045
62,5	1	0,0625
1400	1	1,4
285	2	0,57
421	1	0,421
11	1	0,011
570	2	1,14
345	3	1,035
<b>Router</b>	<b>1</b>	<b>0,016</b>
16	1	0,016
<b>Impresora tickets</b>	<b>2</b>	<b>0,036</b>
18	2	0,036
<b>Maquina registradora</b>	<b>1</b>	<b>0,03</b>
30	1	0,03
<b>Otros</b>	<b>13</b>	<b>2,629</b>
<b>Otros</b>	<b>5</b>	<b>1,55</b>
310	5	1,55
<b>Flexo</b>	<b>4</b>	<b>0,131</b>
40	3	0,12
11	1	0,011
<b>Equipo medico</b>	<b>3</b>	<b>0,648</b>
600	1	0,6
24	2	0,048
<b>Grifo de cerveza</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
300	1	0,3
<b>Sonido</b>	<b>17</b>	<b>0,835</b>
<b>Altavoz</b>	<b>2</b>	<b>0,4</b>
200	2	0,4
<b>Minicadena música</b>	<b>4</b>	<b>0,275</b>
30	1	0,03

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
150	1	0,15
70	1	0,07
25	1	0,025
<b>Radio-CD</b>	<b>5</b>	<b>0,093</b>
20	1	0,02
40	1	0,04
12	2	0,024
9	1	0,009
<b>Radio</b>	<b>5</b>	<b>0,047</b>
10	3	0,03
5	1	0,005
12	1	0,012
<b>Altavoz Pc</b>	<b>1</b>	<b>0,02</b>
20	1	0,02
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>15</b>	<b>26,4</b>
<b>Radiador electrico</b>	<b>15</b>	<b>26,4</b>
1500	3	4,5
2000	8	16
1200	2	2,4
2500	1	2,5
1000	1	1
<b>Unidades de tratamiento</b>	<b>4</b>	<b>0,2</b>
<b>Ventilador</b>	<b>3</b>	<b>0,15</b>
60	1	0,06
45	2	0,09
<b>Purificador de aire</b>	<b>1</b>	<b>0,05</b>
50	1	0,05
<b>Producción de frío y calor</b>	<b>14</b>	<b>56,33</b>
<b>Unidad exterior - Split</b>	<b>10</b>	<b>38,62</b>
1400	1	1,4
6040	2	12,08
4400	2	8,8
5110	1	5,11
4030	1	4,03
2900	1	2,9
2150	2	4,3
<b>Unidad Exterior - Multi-split</b>	<b>4</b>	<b>17,71</b>
5000	2	10
5110	1	5,11
2600	1	2,6
<b>ACS</b>	<b>6</b>	<b>8,4</b>
<b>Termo-acumulador eléctrico</b>	<b>6</b>	<b>8,4</b>

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
2000	1	2
1200	4	4,8
1600	1	1,6
<b>Total general</b>	<b>179</b>	<b>160,4575</b>

*Tabla 15 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.*

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



*Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos*

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

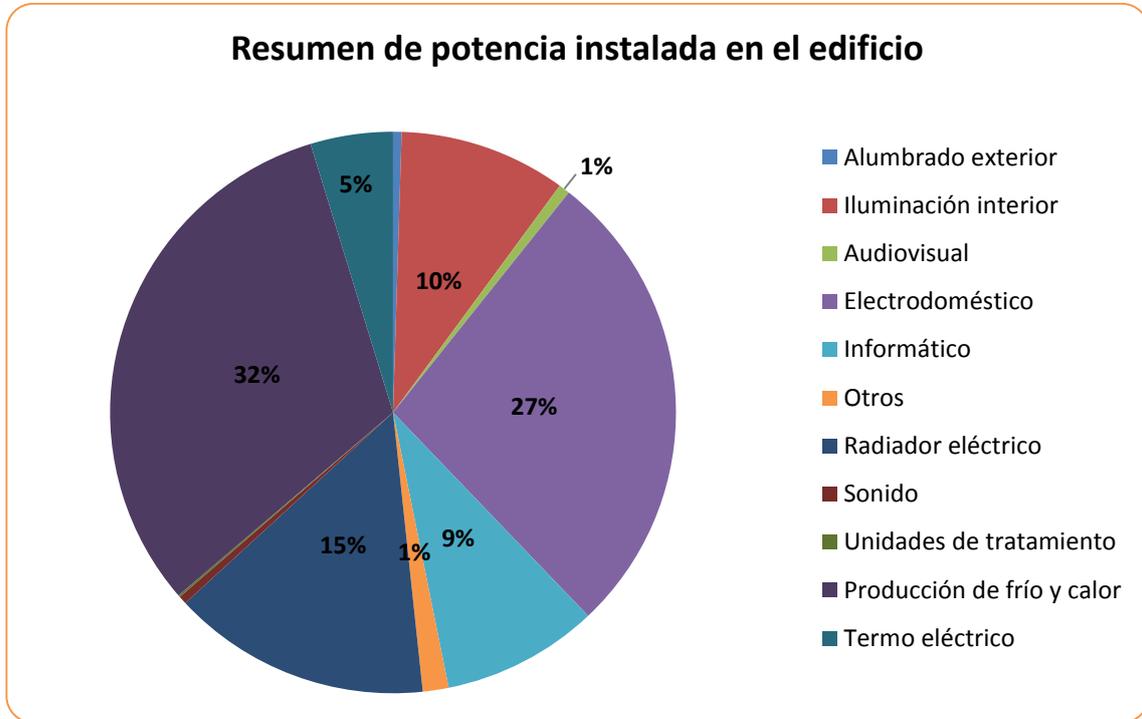


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>TENENCIA LAS CHAPAS</b>	<b>1306</b>
		<b>03</b>
		<b>Rev.05</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>	ES0031103014032003PG0F	<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>	75	75	75
<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 del 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 (€)
31/12/2013	31/01/2014	1.407	6.580	1.102	28 /53 /26	0,00	1.494,15
31/01/2014	28/02/2014	1.004	5.666	823	32 /52 /26	0,00	1.281,81
28/02/2014	31/03/2014	1.021	5.204	895	29 /38 /22	0,00	1.285,90
31/03/2014	30/04/2014	1.748	3.456	888	33 /42 /17	0,00	1.177,38
30/04/2014	31/05/2014	1.574	3.367	911	23 /26 /18	0,00	1.160,50
31/05/2014	30/06/2014	1.951	3.482	975	39 /35 /18	0,00	1.229,86
30/06/2014	31/07/2014	2.301	3.728	961	36 /38 /18	0,00	1.323,20
31/07/2014	31/08/2014	1.652	2.836	835	33 /36 /17	0,00	1.118,58
31/08/2014	30/09/2014	2.094	3.807	948	37 /40 /20	0,00	1.285,28
30/09/2014	31/10/2014	1.488	3.473	907	35 /36 /21	0,00	1.172,57
31/10/2014	30/11/2014	804	4.332	772	21 /36 /19	0,00	1.144,62
30/11/2014	31/12/2014	540	4.381	540	19 /44 /14	0,00	1.110,04

Tabla 16 Facturación eléctrica

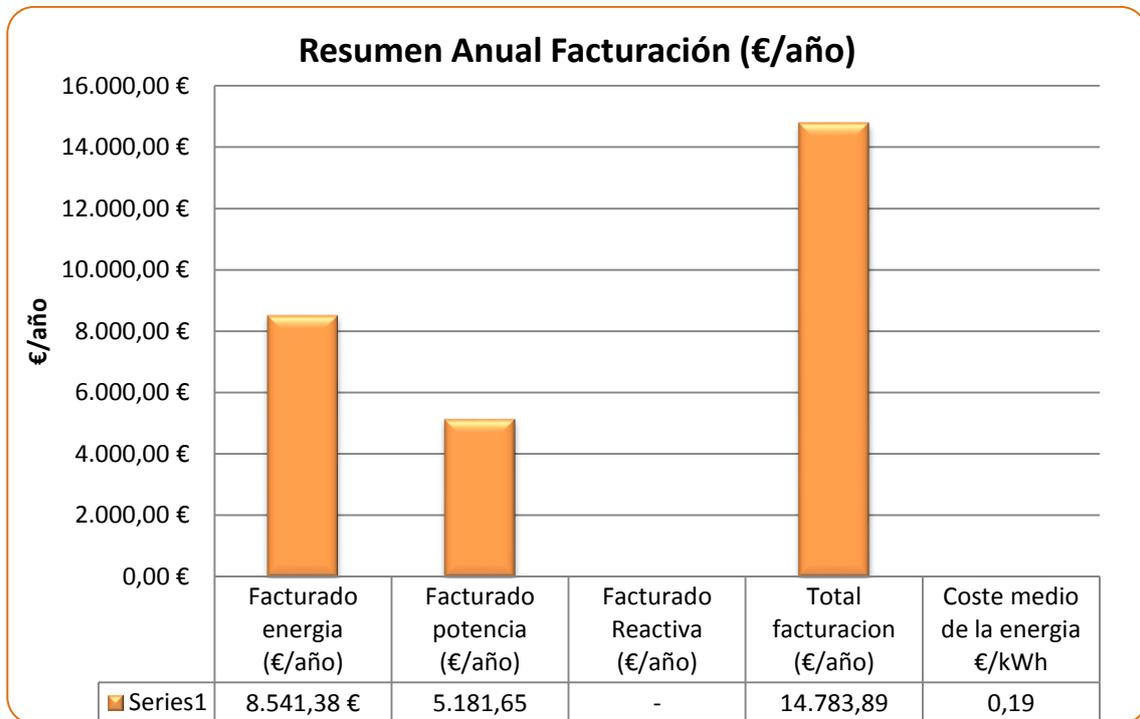
A partir de la facturación eléctrica se observa que no existen penalizaciones por energía reactiva.

	P1	P2	P3
<b>Potencia contratada (kW)</b>	75	75	75
<b>Potencia registrada (kW)</b>	39	53	26

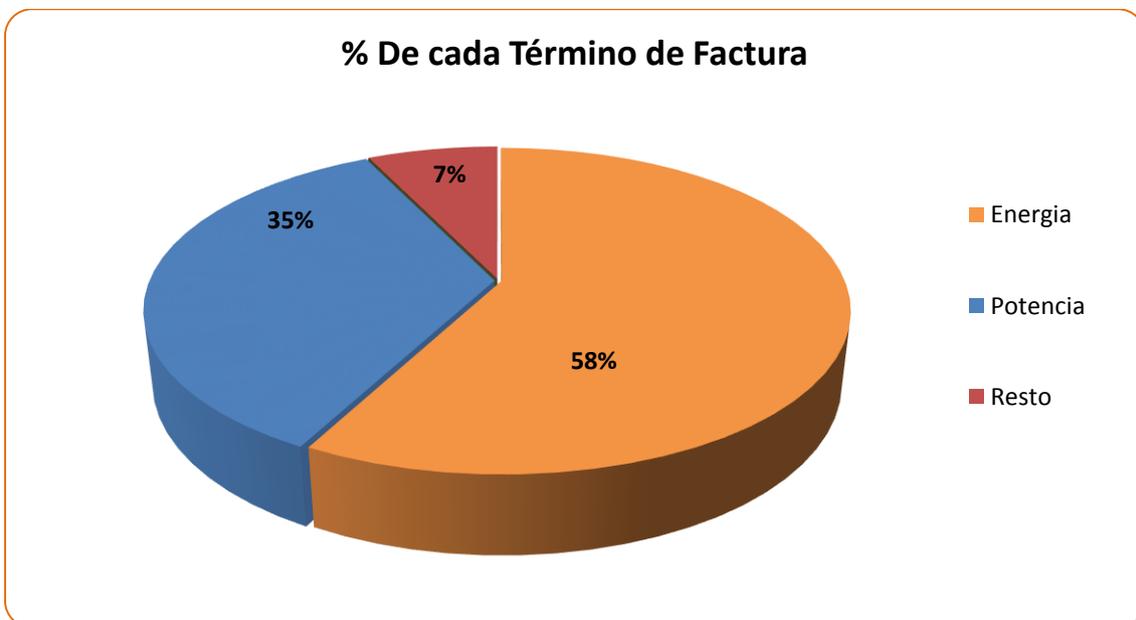
Tabla 17 Potencias contratada y registrada

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

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:



*Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación*



*Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura*

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

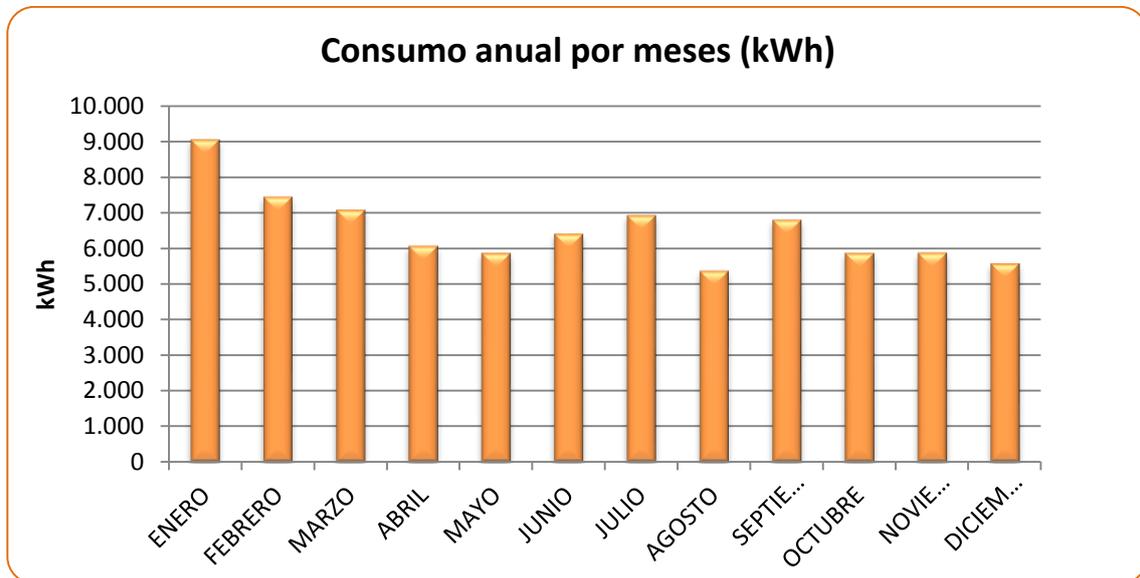


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

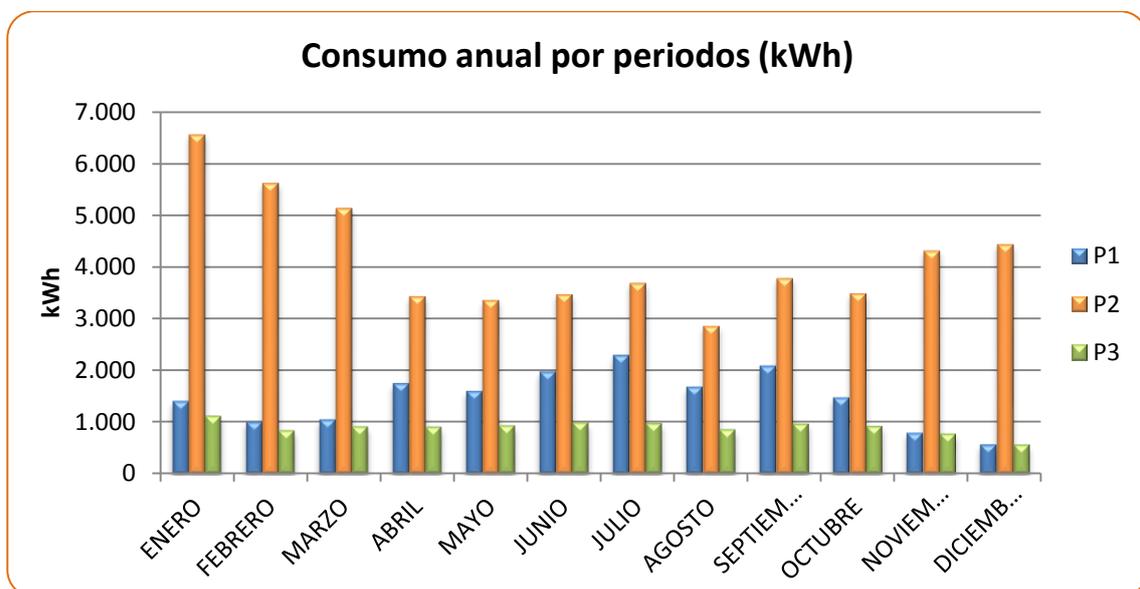


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	78.453
Total Facturación (€)	14.783,89
Media mensual de consumo (kWh/mes)	6.538
Media mensual de coste (€/mes)	1.231,99
Coste medio energía (€/kWh)	0,188

Tabla 18 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

## 2.2 Consumos térmicos

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

## 2.3 Consumos energéticos totales

	Electricidad	Combustible (PCI)	Total
Consumo (kWh/año)	78.453,00	-	78.453,00
Coste (€/año)	14.783,89	-	14.783,89

Tabla 19 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	87
Superficie total (m <sup>2</sup> )	1.337,07
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	17,02
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	0,87
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	160,46
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	178,35

Tabla 20 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	78.453,00
€/kWh	0,19
kWh/m <sup>2</sup> Total	58,68
€/m <sup>2</sup> Total	11,06
kWh/persona uso	901,76
€/persona uso	169,93
Ton CO <sub>2</sub> /año	31,30
Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	23,41
Pot. Iluminación en W/m <sup>2</sup>	12,73

Tabla 21 Resumen Índices energéticos eléctricos

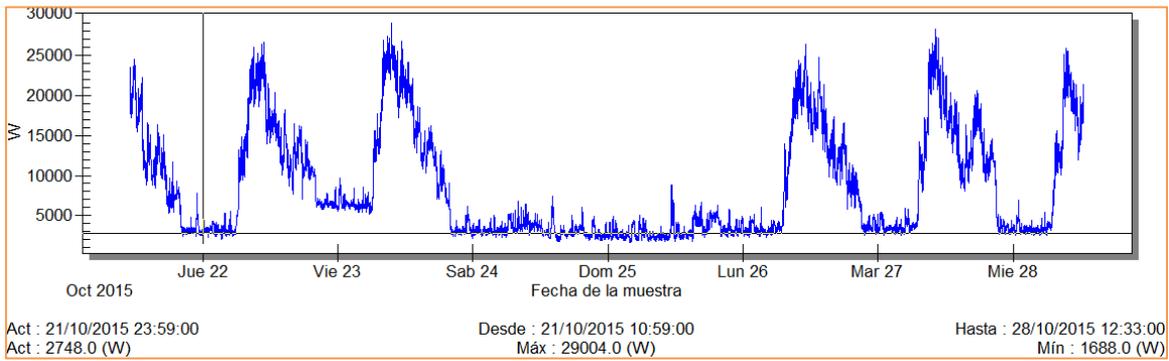
### 2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

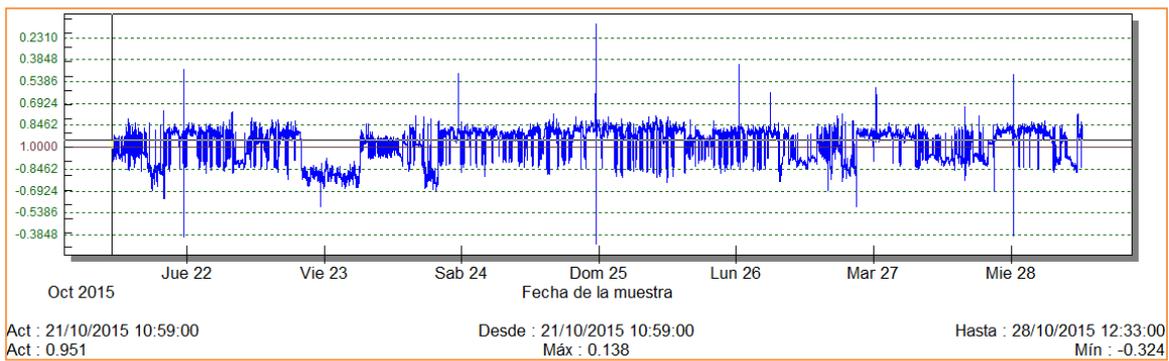
### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

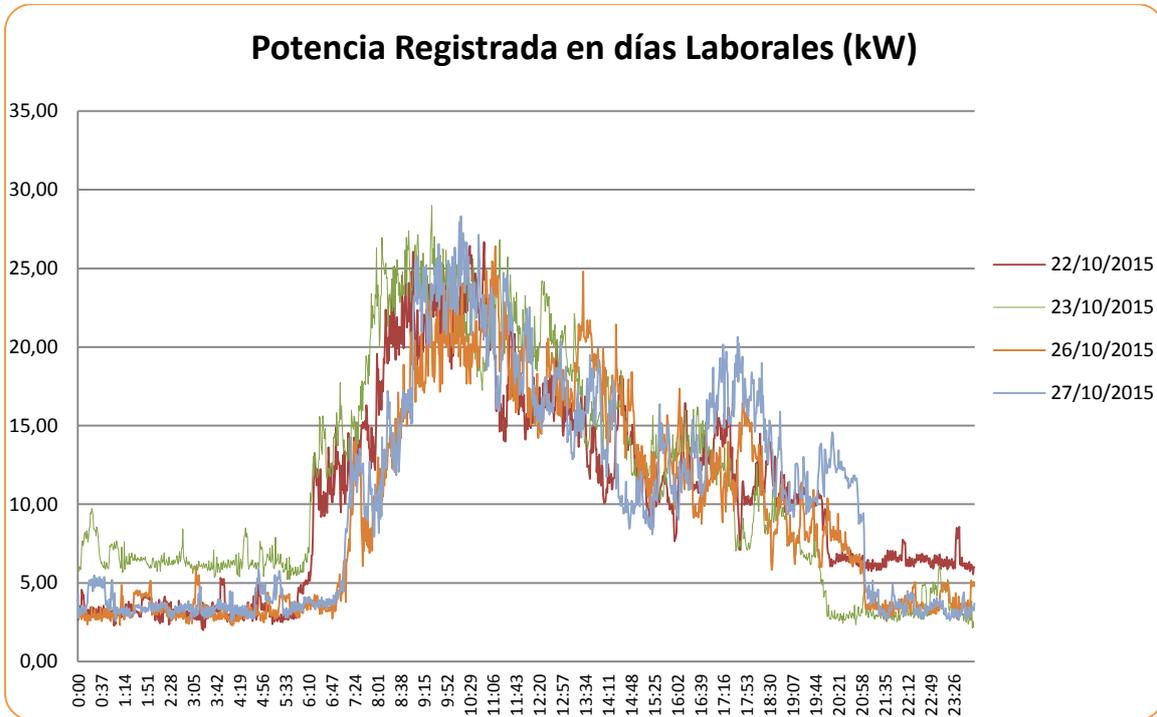


*Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 21/10/2015 al 28/10/2015*

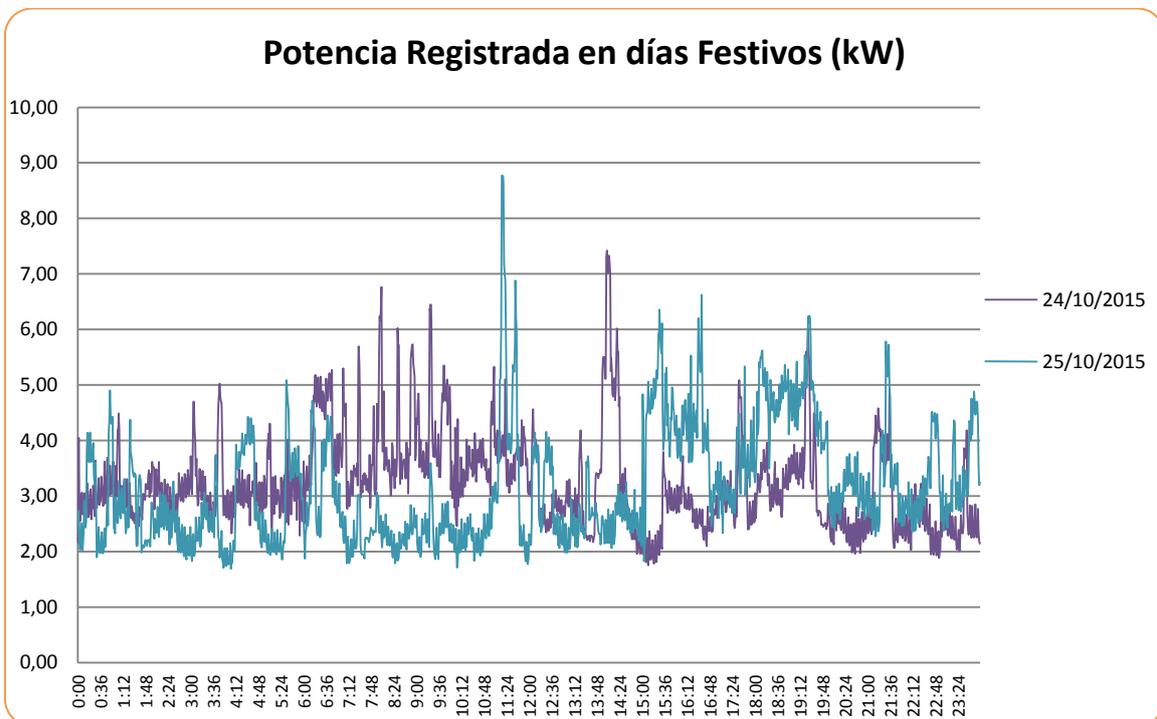


*Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado*

Respecto al Factor de potencia, se observa que un equipo de baterías de condensadores entra en funcionamiento y compensa las cargas reactivas de la instalación.



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



*Gráfico 17 Potencia registrada en días festivos (kW)*

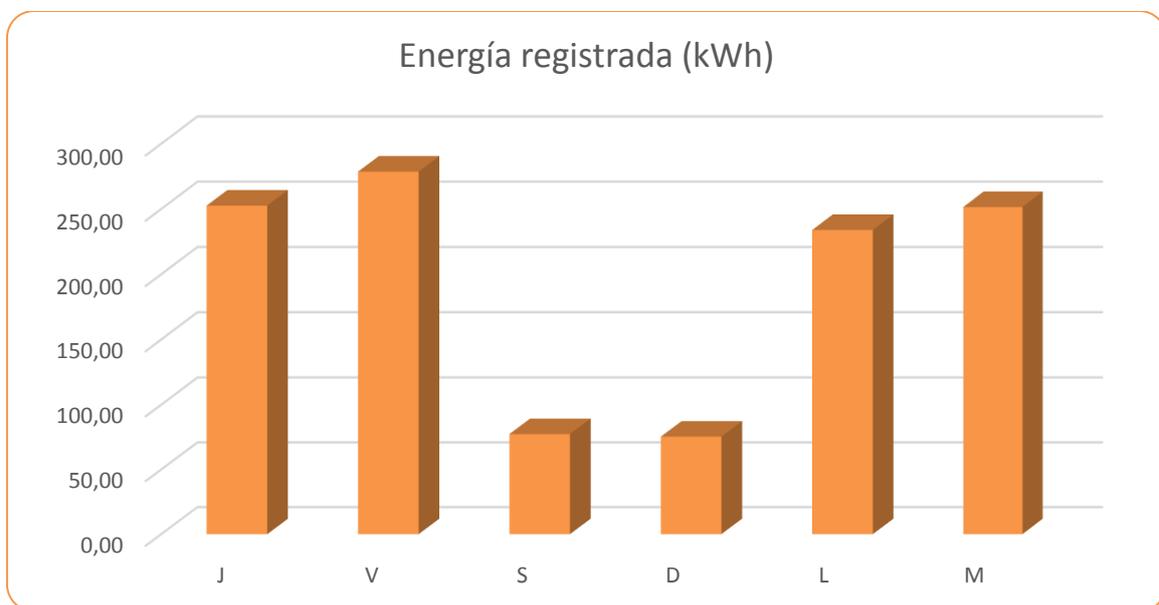
Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 2 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días laborales son muy homogéneos con una potencia máxima 29 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 9:00 y 19:00.

Durante los días laborales también se observa que desde las 22:00 hasta las 8:00 se hace uso de la iluminación de las fachadas del edificio.

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

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



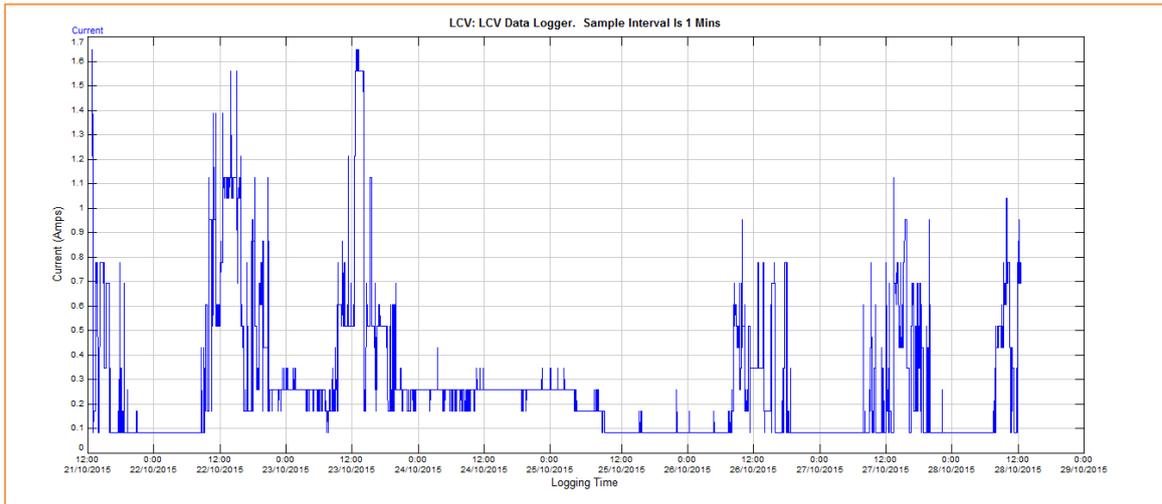
*Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días laborales es de 254,15 kWh y durante los días festivos de 76,37 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 6.278,78 kWh para el mes de Octubre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en Octubre de 2014 de un 7% 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

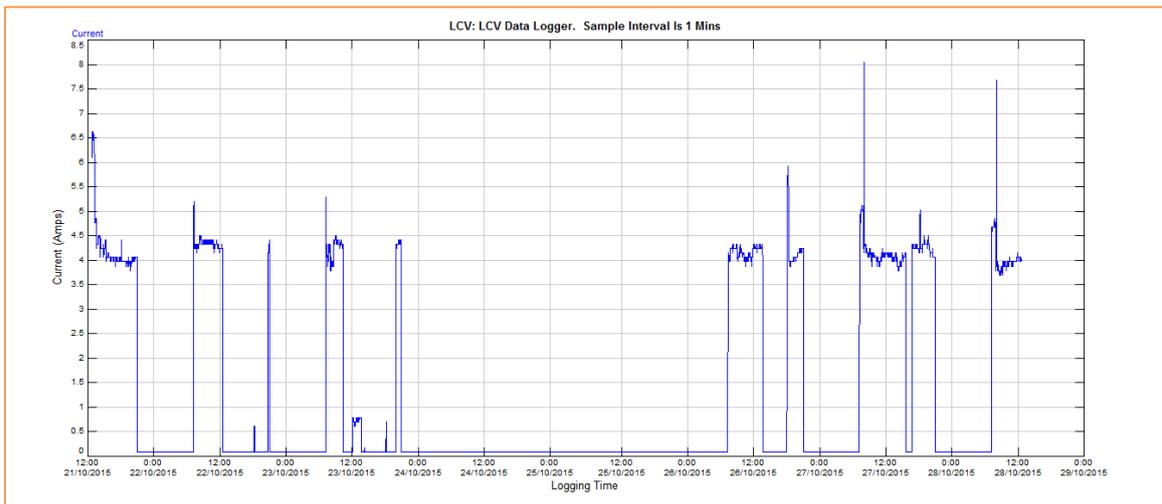
A continuación se muestran las gráficas que nos muestran el perfil de consumo semanal de diferentes zonas y equipos.

- **Aseos planta baja**



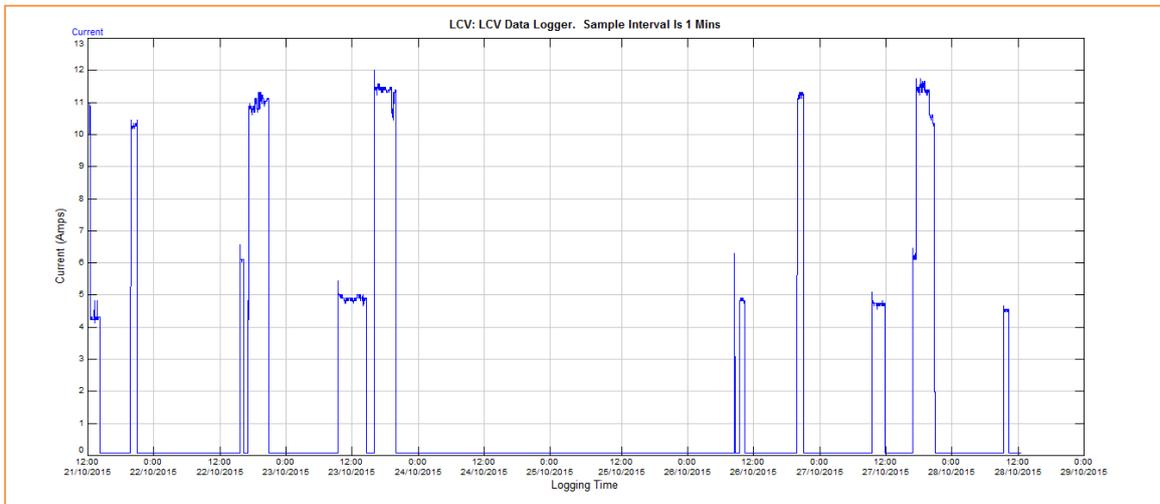
*Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en Aseos planta baja*

- **Hall**



*Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en hall 1 y hall 2*

- **Sala de usos múltiples.**



*Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en -Sala de usos múltiples.*

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

- Aseos planta baja: 3,5 h.
- Hall 1 y hall 2): 4,18 h.
- Sala de usos múltiples.: 3,82 h.

### 3.2 Medida de nivel de iluminación

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

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

Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
0	Hall 2	200	3,00	237	200	28,13
0	Aseos	168	6,90	63	150	38,65
0	Wc masculino	42	1,20	178	150	19,66
1	Inspección	172,8	15,00	654	500	1,76
1	Delegación de urbanismo	150	15,84	636	500	1,49
1	Delegación de urbanismo	172,8	15,84	636	500	1,72
1	Pasillo 2	518,4	24,70	732	150	2,87
1	Jefatura de negociado	86,4	12,60	1130	500	0,61
1	Jefatura de negociado	86,4	12,60	1130	500	0,61
1	Teniente alcalde	777,6	41,40	924	500	2,03
0	Consulta 2	172,8	15,75	310	300	3,54
0	Consulta 2	150	15,75	310	300	3,07
0	Consulta 1	172,8	15,75	163	300	6,73
0	Consulta 1	150	15,75	163	300	5,84
0	Consulta 3	172,8	11,40	415	300	3,65
0	Usos múltiples 1	288	73,00	658	200	0,60
0	Aula 2	518,4	34,69	394	300	3,79
0	Aseo 2	84	4,86	393	150	4,40
0	Aula 1	518,4	35,75	503	300	2,88
0	Siesta	518,4	23,15	676	200	3,31
0	Comedor	518,4	22,72	715	200	3,19

Tabla 22 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia son bastante acordes con los recomendados, esta muestra recoge los valores medidos en condiciones óptimas, ya que gran parte del edificio no cuenta con sistemas de protección solar.

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

### 3.3 Medidas térmicas

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

#### 3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

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 23 Condiciones interiores exigidas por el RITE

### REGISTRO DE INVIERNO

Durante el periodo de una semana, entre los días 21/10/2015 y 28/10/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Atención al ciudadano (Planta primera) – Orientación O**

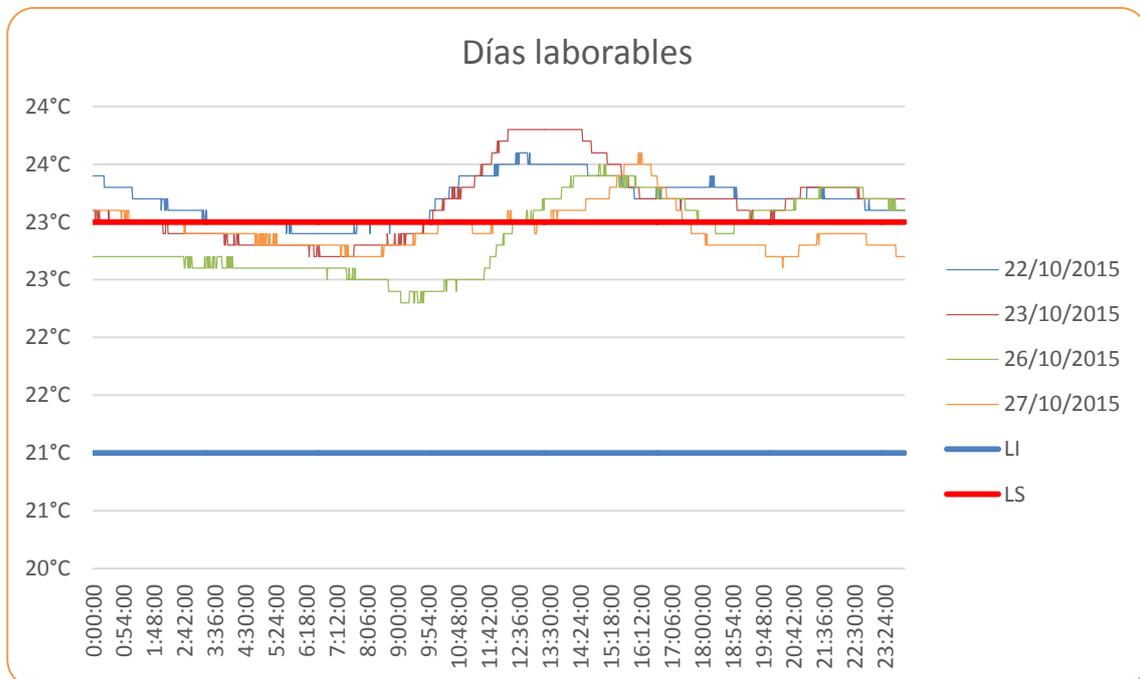
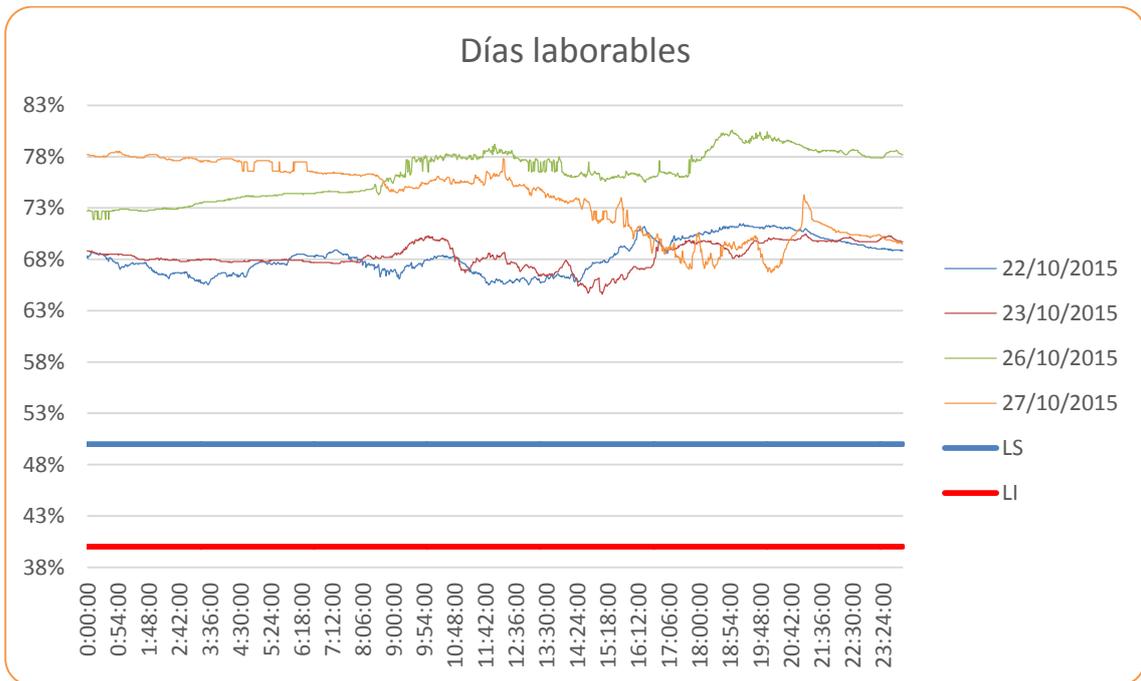


Gráfico 22 Registro de temperatura – INVIERNO – Días laborables



*Gráfico 23 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos*



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



*Gráfico 25 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos*

La producción de calor para calefacción se inicia a las 07:00h hasta las 21:00h de lunes a viernes aproximadamente. Durante el periodo registrado se aprecia que los fines de semana no permanece activa la calefacción. La temperatura alcanza los 22,5°C a las 9:00h incrementándose hasta los 23-23,7°C y manteniéndose uniforme hasta las 21:00h cuando comienza a descender coincidiendo con el cierre del centro. La aportación térmica parece adecuada excepto en casos puntuales en que las temperaturas permanecen fuera del intervalo normativo (21-23°C).

Las temperaturas oscilan entre los 21°C y 23°C durante los periodos de ocupación. En momentos puntuales se superan los 23°C, lo que indica un exceso de aporte de calor que podría ser reducido mediante control por zonas o elementos.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- Se aprecian aportaciones térmicas suficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 22°C y los 23°C durante los periodos de ocupación, superándose de forma puntual los 23°C, que podría limitarse mediante la modificación de la consigna establecida en los elementos de control por zonas (V3V) existentes en la instalación.
- En general, **no se mantiene encendida la calefacción más tiempo de lo necesario.**
- Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando desde las 7:00 hasta las 21:00 y a partir de esa hora va disminuyendo.
- No se han observado **encendidos de calefacción en días festivos.**

### 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 se ha obtenido una calificación F.

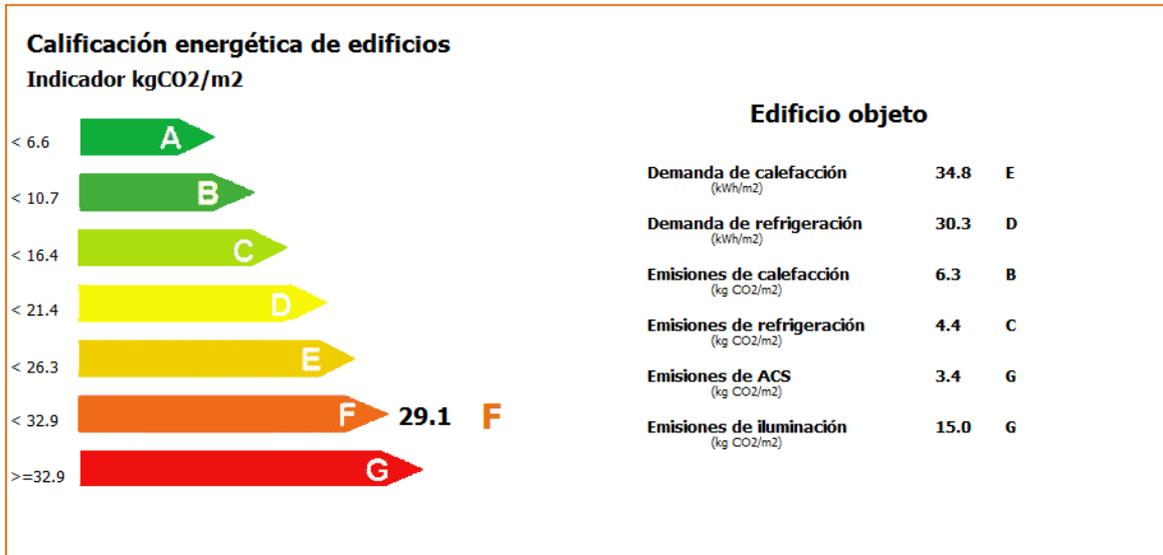


Imagen 17 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética de la Tenencia Alcaldía.

#### 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:

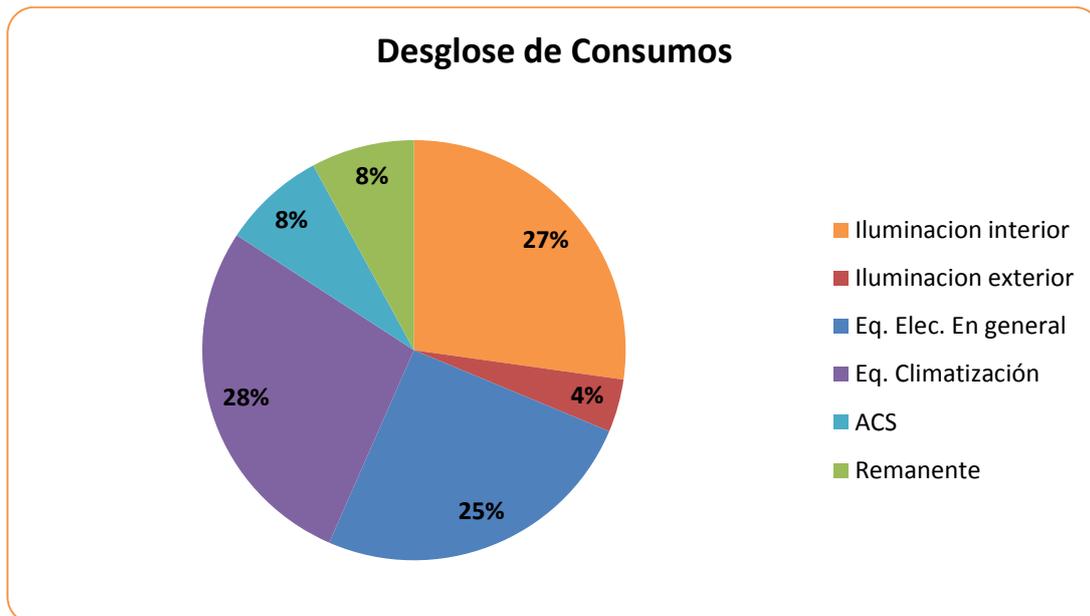


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

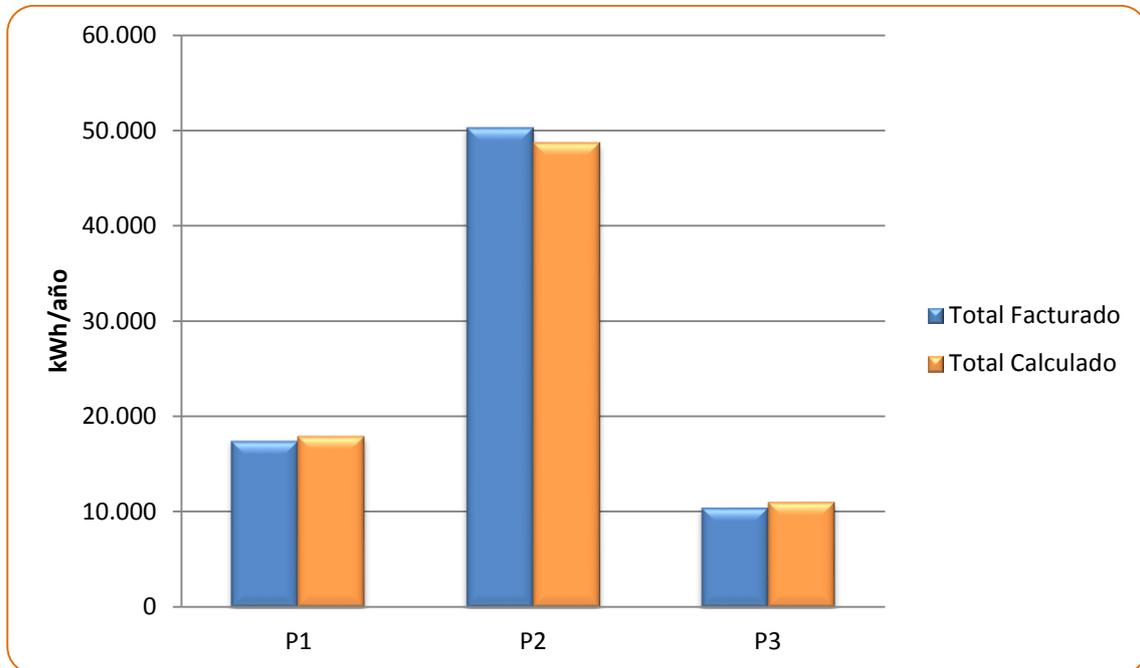
Los consumos más importantes son los referentes a la iluminación interior, equipos eléctricos y los equipos de climatización alimentados por energía eléctrica.

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

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

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

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 1%.



*Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>TENENCIA LAS CHAPAS</b>	<b>1306</b>
		<b>03</b>
		<b>Rev.05</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.

## 5. ACTUACIONES PROPUESTAS

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

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

#### Descripción de la mejora

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

Entre las ventajas de las lámparas led se encuentran:

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



*Imagen 18 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>TENENCIA LAS CHAPAS</b>	<b>1306</b>
		<b>03</b>
		<b>Rev.05</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	27,18%	68,67%	4,15%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,28427
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			
11.453	54,12%	14,60%	1.406,93 €	113,78 €	1.520,71 €	9.115,09 €	5,99	4,57

### Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

### 5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

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

#### Descripción de la mejora

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

#### Aplicación de la mejora

Se ha realizado un análisis tarifario a partir de los datos de las facturas eléctricas del último año. Se observa que la potencia 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.

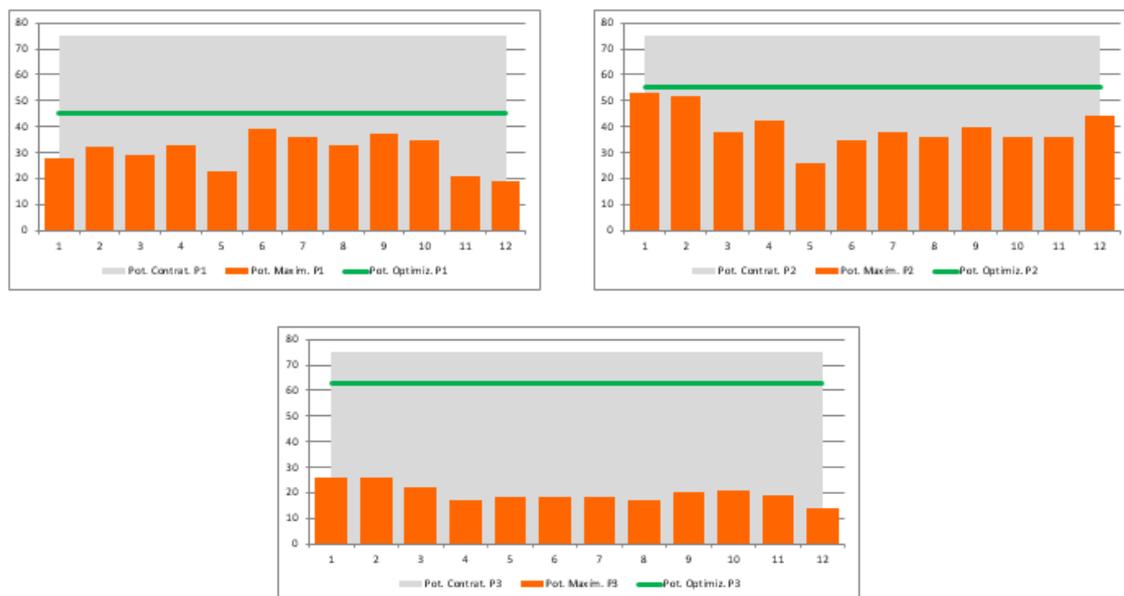


Gráfico 28 Potencias registradas y óptimas por periodo

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 **45 / 55 / 63 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	
75	75	75	45	55	63	1.645,01 €

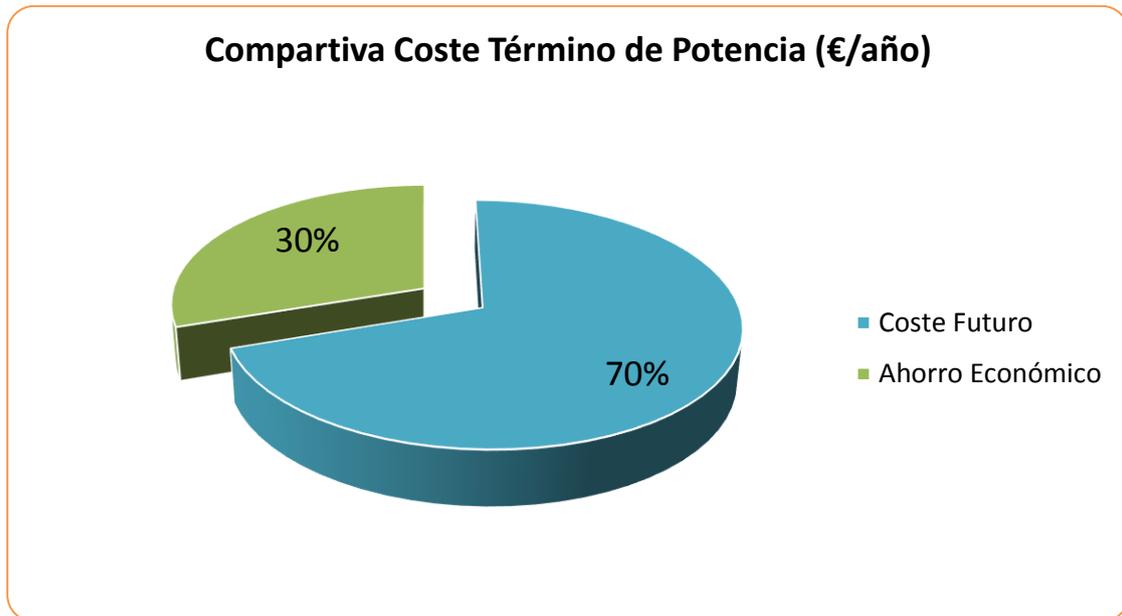


Gráfico 29 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

**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>TENENCIA LAS CHAPAS</b>	<b>1306</b>
		<b>03</b>
		<b>Rev.05</b>

### 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 centro 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 centro. El factor de carga en este caso se sitúa en torno al 30-25%. Estas estimaciones se apoyan en las mediciones realizadas en equipos con similares condiciones de funcionamiento.
- El precio medio de la electricidad utilizado es de 0,114347444 €/kWh (calefacción) y 0,116715462 €/kWh. (refrigeración).
- El rendimiento medio estacional del equipo actualmente instalado se ha determinado partiendo del rendimiento nominal afectado por los siguiente factor reductor (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 centro.

Intensidad	Fp - Calefacción	Fp - Refrigeración
media 8h	0,833	0,853
alta 8h	0,751	0,860

Tabla 24 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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>TENENCIA LAS CHAPAS</b>	<b>1306</b>
		<b>03</b>
		<b>Rev.05</b>

ejemplo en el caso de equipos de conductos con impulsión a rejillas lineales, difusores, toberas, multi-toberas, etc.).

- 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>TENENCIA LAS CHAPAS</b>	<b>1306</b>
		<b>03</b>
		<b>Rev.05</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 centro.

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
Sala de usos múltiples 1 y Almacenes 1 y 2	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Variable	13,40	15,50	261	94	666,41	32,7%	81,24	0,27	6.303,55	77,59	NO
Hall 1 y 2, pasillo 1, atención al ciudadano, inspección, coordinadora, servicios operativos y delegación urbanización	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Variable	13,40	15,50	523	187	1.386,84	34,0%	168,94	0,55	6.303,55	37,31	NO

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>TENENCIA LAS CHAPAS</b>	1306
		03
		Rev.05

### RESUMEN DETALLADO

**SALA DE USOS MÚLTIPLES 1 Y ALMACENES 1 Y 2 – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Conductos**

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	15,20	16,60	2,70	2,75	2,30	2,29
Propuesto	13,40	15,50	3,35	3,61	3,35	3,61

Tabla 25 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	3.247,40 €
	Unidad interior	1.364,35 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	497,50 €
	Instalación eléctrica y de control	144,30 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	1.050,00 €
<b>TOTAL</b>		<b>6.303,55 €</b>

Tabla 26 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)					
1.295,06	3.388,65	2.036,69	1.370,28	666,41	81,24	6.303,55	77,59

Tabla 27 Ahorros energéticos y económicos

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
666,41	32,7%	81,24	6.303,55	77,59	0,27

Tabla 28 Resumen de resultados principales obtenidos

**Al tratarse de una medida de ahorro energético que supera los 10-12 años de periodo de amortización, en estas condiciones no se considera incluirla como mejora propuesta.**

<sup>1</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>TENENCIA LAS CHAPAS</b>	1306
		03
		Rev.05

**HALL1 Y 2, PASILLO 1, ATENCIÓN AL CIUDADANO, INSPECCIÓN, COORDINADORA, SERVICIOS OPERATIVOS Y DELEGACIÓN URBANIZACIÓN – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Conductos**

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	15,20	16,60	2,70	2,75	2,32	2,07
Propuesto	13,40	15,50	3,35	3,61	3,35	3,61

Tabla 29 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	3.247,40 €
	Unidad interior	1.364,35 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	497,50 €
	Instalación eléctrica y de control	144,30 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	1.050,00 €
	<b>TOTAL</b>	<b>6.303,55 €</b>

Tabla 30 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)					
2.335,15	6.832,92	4.073,38	2.686,53	1.386,84	168,94	6.303,55	37,31

Tabla 31 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	% <sup>3</sup>	€/año	€ <sup>4</sup>	años	Ton/año
<b>1.386,84</b>	34,0%	168,94	6.303,55	37,31	0,55

Tabla 32 Resumen de resultados principales obtenidos

**Al tratarse de una medida de ahorro energético que supera los 10-12 años de periodo de amortización, en estas condiciones no se considera incluirla como mejora propuesta.**

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

<sup>4</sup> Todos los precios son sin IVA

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>TENENCIA LAS CHAPAS</b>	1306
		03
		Rev.05

## 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 19 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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>TENENCIA LAS CHAPAS</b>	<b>1306</b>
		<b>03</b>
		<b>Rev.05</b>

producida por las lámparas que están funcionando con Equipos de Conexión Electrónicos regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido en la sala. Con ello no sólo se puede ahorrar energía en los días soleados, sino que también se puede aprovechar la luz diurna en los días nublados.

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

#### Aplicación de la mejora

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

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

#### Ahorro energético

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

## 6.2 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 centro 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:

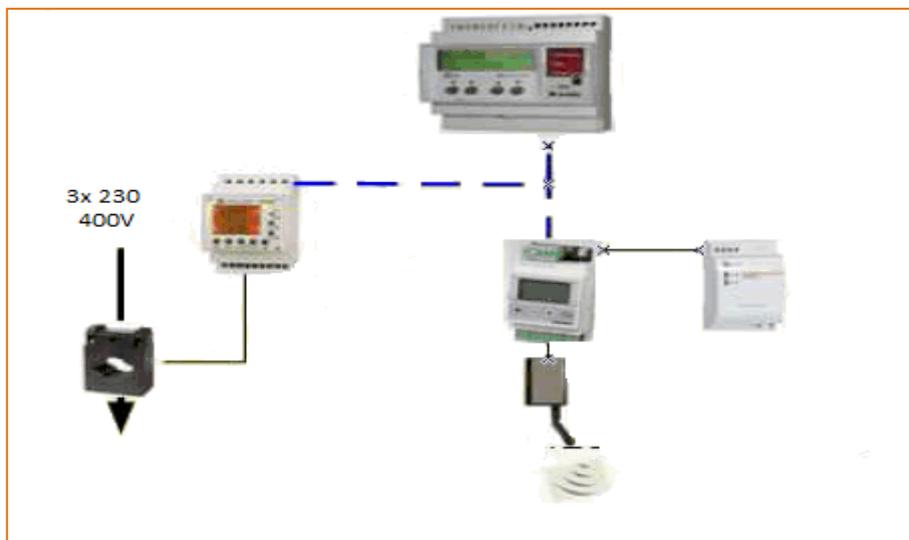
- Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
- Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
- Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

### 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 20 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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>TENENCIA LAS CHAPAS</b>	<b>1306</b>
		<b>03</b>
		<b>Rev.05</b>

datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán 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>TENENCIA LAS CHAPAS</b>	<b>1306</b>
		<b>03</b>
		<b>Rev.05</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.

### 7.2 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, junto con las limitaciones de acceso y que la instalación actual no se adaptaría directamente a las condiciones de funcionamiento de una instalación de biomasa tradicional, no se considera su instalación.

### 7.3 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:

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>TENENCIA LAS CHAPAS</b>	<b>1306</b>
		<b>03</b>
		<b>Rev.05</b>

- 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>5</sup>	€/año	€ <sup>6</sup>	años	Ton/año
Sustitución de la iluminación por tecnología LED	11.453	14,60%	1.520,71 €	9.115,09 €	5,99	4,57
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	1.645,01 €	-	-	-
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	<b>11.453</b>	<b>-</b>	<b>3.165,72</b>	<b>9.115,09</b>	<b>2,88</b>	<b>4,57</b>

Tabla 33 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

En el apartado de **instalaciones térmicas**, no se incluye la sustitución de los equipos de climatización con R-22 como refrigerante, desarrollada en el apartado correspondiente, porque presenta un periodo de retorno superior a 10-12 años. Aun así se aconseja su renovación en el apartado de mejoras recomendadas.

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 aseos.
- 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.

<sup>5</sup> Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

<sup>6</sup> Todos los precios son sin IVA