



INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA

AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Parque de Bomberos)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_09_20160104

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

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....	1
1.1 Datos generales del centro	1
1.2 Planos y distribución	2
1.3 Envolverte y cerramientos.....	6
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	7
1.4.1 Producción de ACS	7
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	8
1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo	11
1.4.4 Unidades Terminales.....	13
1.5 Iluminación.....	19
1.5.1 Iluminación interior	20
1.5.2 Iluminación exterior	21
1.5.3 Sistemas de control	22
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	22
1.6 Otros equipos	23
1.7 Resumen de potencias instaladas	26
2. CONSUMOS ANUALES.....	27
2.1 Consumos eléctricos	27
2.2 Consumos térmicos.....	30
2.1 Consumos energéticos totales	30
2.2 Índices energéticos.....	30
2.2.1 Índices energéticos eléctricos	30
2.2.2 Índices energéticos térmicos.....	30
3. MEDICIONES REALIZADAS	31
3.1 Medidas eléctricas.....	31
3.1.1 Registros trifásicos	31
3.1.2 Registros monofásicos.....	35
3.2 Medida de nivel de iluminación	37
3.3 Medidas térmicas.....	38
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	38
3.4 Análisis termográfico.....	41
3.5 Certificación energética	41
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	42

4.1	Desglose de consumos eléctricos.....	42
4.2	Desglose de consumos térmicos	44
4.3	Contribución de energías renovables	44
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	45
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED.....	45
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada	47
5.3	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante	49
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	61
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	61
6.2	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante	63
6.3	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	64
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	66
7.1	Energía solar térmica.....	66
7.2	Biomasa	66
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	66
8.	RESUMEN	67

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Parque de Bomberos
Dirección	Ctra de Ojén s/n. La Cañada
Tipo de edificio	Dependencia municipal
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Rafael Hernández (Suboficial): 952 772112
Número de edificios	1

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **Parque de Bomberos** que se han auditado se encuentran situadas en la **Carretera de Ojén** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vista general del Parque de Bomberos

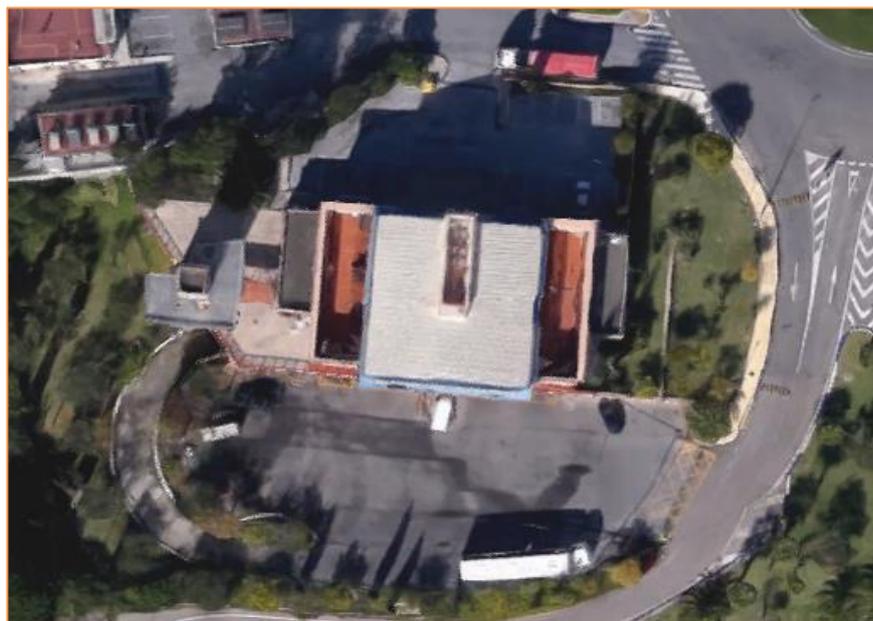


Imagen 2 Vista aérea del Parque de Bomberos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Útil (m ²)	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio Principal	5	3158,7	14	24 hr/día	2001	2014	Duchas del Aseo 2 de la Planta 1ª

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Intervención	9	24 hr./día	Otros
Prevención	4	7:30-14:30	Administrativo
Jefatura	1	7:30-14:30	Administrativo

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0 (m ²)	Planta 1 (m ²)	Planta 2 (m ²)	Planta -2 (m ²)	Planta -1 (m ²)	Sup. Total (m ²)
Administrativo	219	--	--	--	--	219
Aseos	30	40	--	--	88	159
Aulas	--	90	--	--	--	90
Cocina-comedor	84	--	--	--	--	84
Deportivo	--	--	326	--	--	326
No habitable	--	--	--	805	727	1.532
Otros	46	157	8	92	60	364
Zonas comunes	249	44	--	23	69	385
Sup. Total (m ²)	628	332	334	920	945	3.159

Tabla 4 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a espacios no habitables abarca el 48% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas comunes con un 12%

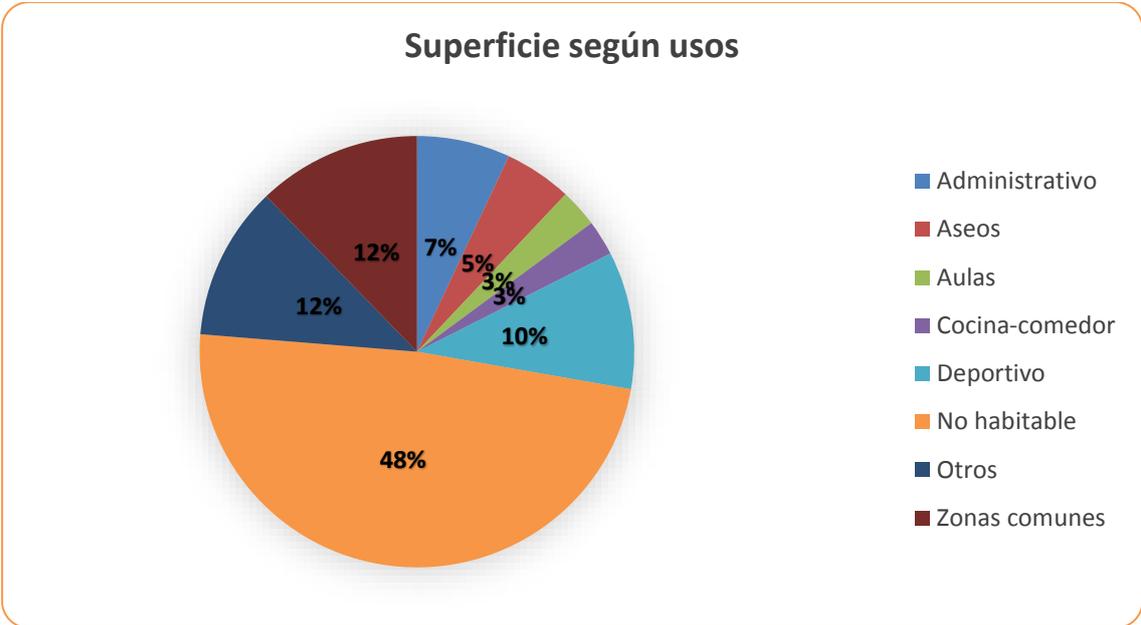
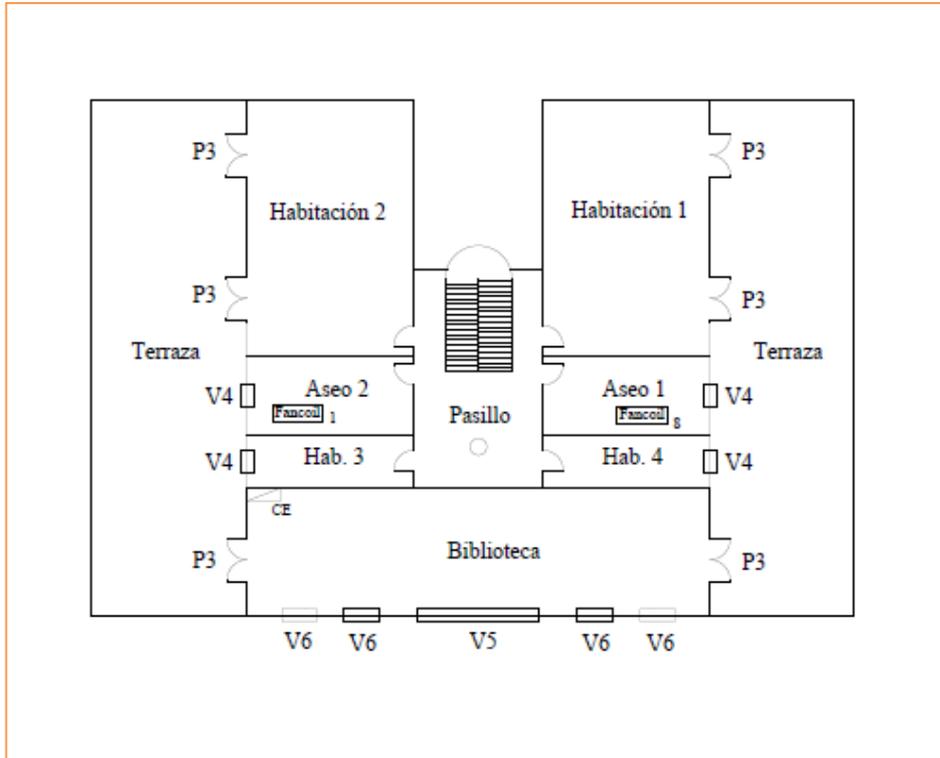


Gráfico 1 Superficie según Usos

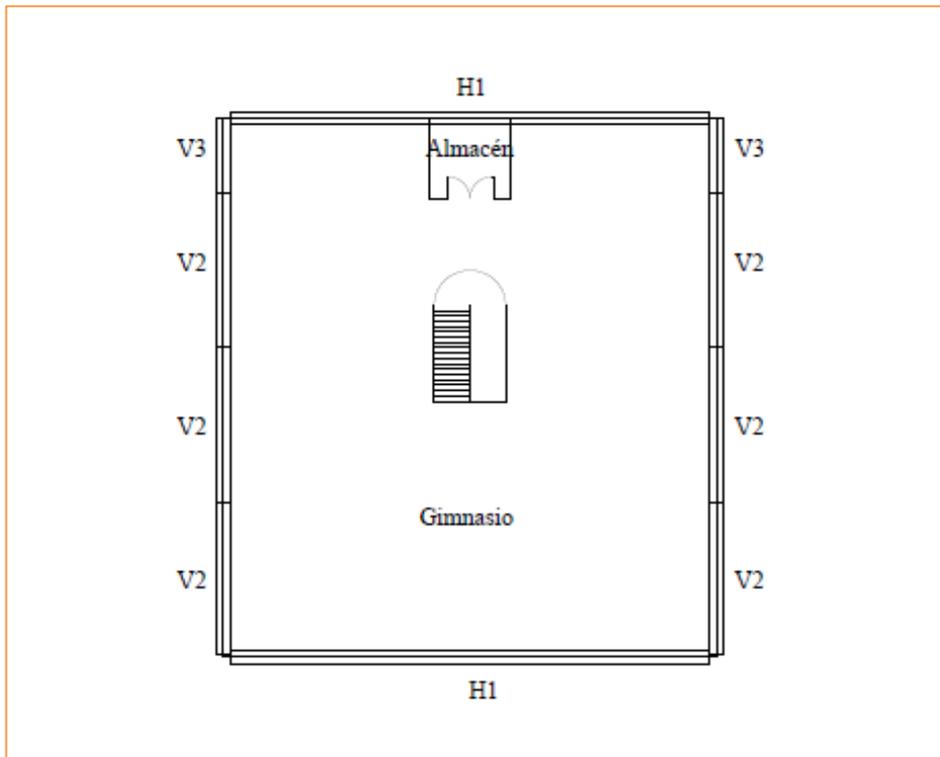
A continuación se muestran los planos por planta de la instalación:



Plano 1 Planta Sótano



Plano 4. Planta Primera



1.3 Envoltente y cerramientos

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

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

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

NBE CA: Condiciones acústicas.

NBE CPI: Protección contra incendios.

NBE CT: Condiciones térmicas.

NBE FL: Muros resistentes de fábrica.

NBE QB: Impermeabilización de cubiertas.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 2001 y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

Las fachadas exteriores están rematadas con un acabado continuo en color crema con franjas intermedias hundidas para darle volumen.

La cubierta en curva en su zona central mientras que en los laterales es plana.

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



Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

La climatización de este centro, tanto el servicio de calefacción como el de refrigeración, se lleva a cabo mediante sistemas tipo bomba de calor aire-aire de expansión directa con unidades exteriores ubicadas en cubierta y unidades interiores de conductos.

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 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 ubicados en las proximidades de los puntos de consumo:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)
Edificio principal	-1	Sala de Aire	1,20	50
Edificio principal	-1	Vestuario	1,60	100
Edificio principal	-1	Vestuario	1,60	100
Edificio principal	0	Cocina	1,60	100
Edificio principal	0	Cuarto Limpieza	1,60	100
Edificio principal	0	Cuarto Limpieza	1,60	100
Edificio principal	1	Aseo1	1,60	100
Edificio principal	1	Aseo1	1,60	100
Edificio principal	1	Aseo2	1,60	100
Edificio principal	1	Aseo2	1,60	100

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS





Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos

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	Bomba de calor	Bomba de calor	Bomba de calor
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	3	3	3	3
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Habitación 2 y 3 y Biblioteca	Recepción	Comunicaciones, Habitación 5 y Oficina	Salón
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	Carrier	Carrier	Carrier	Carrier
Modelo	38YCX036-910	38YCX036-910	38YCX048-910	38YCX048-910
Refrigerante	R22	R22	R22	R22
Año de instalación	2001	2001	2001	2001
Potencia Frigorífica (kW)	10,30	10,30	13,60	13,60
Potencia Absorbida Frío (kW)	4,65	4,65	6,59	6,59
EER	2,22	2,22	2,06	2,06
ESEER	-	-	-	-
Potencia Calorífica (kW)	10,50	10,50	13,80	13,80
Potencia Absorbida Calor (kW)	4,23	4,23	5,09	5,09
COP	2,48	2,48	2,71	2,71

Nº generador	1	2	3	4
ESCOP	-	-	-	-
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	-
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-D	L-D	L-D	L-D
horario funcionamiento (mañana)	24 h	24 h	24 h	24 h
horario funcionamiento (tarde)	-	-	-	-
Sistema de gestión centralizado	-	-	-	-
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-	-
Observaciones	-	-	-	-

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

Nº generador	5	6	7	8
Generador	Bomba de calor	Bomba de calor	Bomba de calor	Bomba de calor
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	3	3	3	3
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Comedor	Despachos	Jefatura	Habitación 1 y 4 y Biblioteca
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	Carrier	Carrier	Carrier	Carrier
Modelo	38YCX048-910	38YCX060-910	38YCX060-910	38YCX060-910
Refrigerante	R22	R22	R22	R22
Año de instalación	2001	2001	2001	2001
Potencia Frigorífica (kW)	13,60	16,80	16,80	16,80
Potencia Absorbida Frío (kW)	6,59	8,33	8,33	8,33
EER	2,06	2,02	2,02	2,02
ESEER	-	-	-	-

Nº generador	5	6	7	8
Potencia Calorífica (kW)	13,80	17,30	17,30	17,30
Potencia Absorbida Calor (kW)	5,09	6,48	6,48	6,48
COP	2,71	2,67	2,67	2,67
ESCOP	-	-	-	-
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	-
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-D	L-D	L-D	L-D
horario funcionamiento (mañana)	24 h	24 h	24 h	24 h
horario funcionamiento (tarde)	-	-	-	-
Sistema de gestión centralizado	-	-	-	-
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-	-
Observaciones	0	0	0	0

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

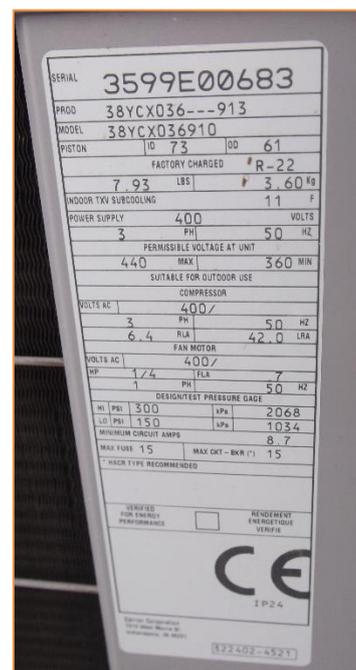


Imagen 5 Equipos de producción de frío y calor para climatización

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

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

Calefacción	114,30 kW
Refrigeración	111,80 kW

Tabla 8 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo

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

Nº bomba	1	2
Circuito	Grupo de presión agua sanitaria	Grupo de presión agua sanitaria
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal
Ubicación	Grupo presión	Grupo presión
Denominación	B1	B2
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	ESPA	ESPA
Modelo	MULTI30	MULTI30
Año de instalación	2001	2001
Variador de frecuencia	No	No
Caudal (l/h)	-	-
Presión disponible (m.c.a.)	-	-
Potencia abs (kW)	2,70	2,70

Tabla 9 Características grupos de bombeo – Grupos de presión de agua sanitario

Nº bomba	3	4	52
Circuito	Grupo de presión incendios	Grupo de presión incendios	Grupo de presión incendios
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Ubicación	Grupo presión	Grupo presión	Grupo presión
Denominación	B3	B4	B5
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	MARELLIMOTORI	IDEAL	IDEAL
Modelo	-	RFI 40-26/20	VIP 68 VT
Año de instalación	2001	2001	2001
Variador de frecuencia	No	No	No
Caudal (l/h)	-	-	-
Presión disponible (m.c.a.)	-	-	-
Potencia abs (kW)	30,00	15,00	2,20

Tabla 10 Características grupos de bombeo – Grupos de presión de incendios

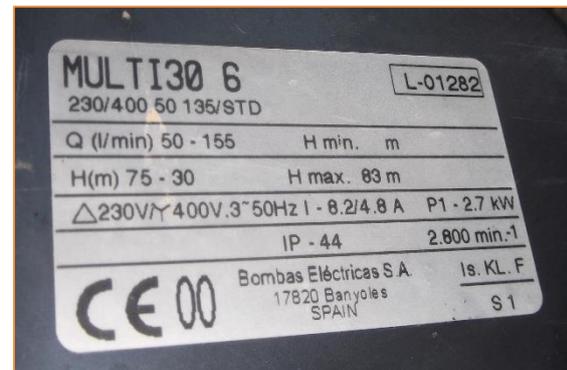
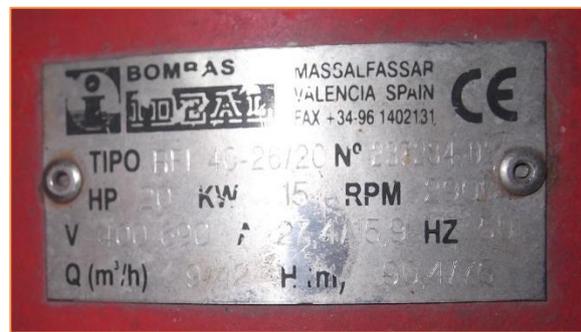
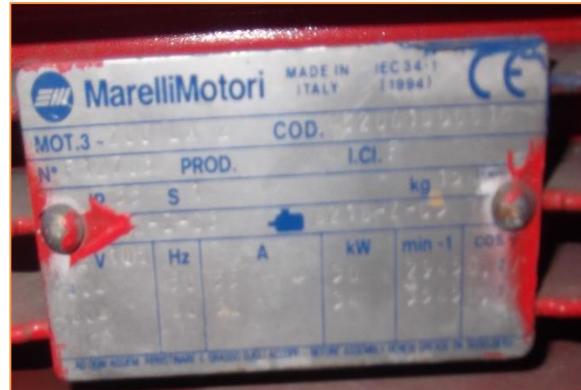


Imagen 6 Grupos de bombeo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

1.4.4 Unidades Terminales

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

Unidades interiores – Expansión directa

El centro consta de unidades interiores de 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, como parte fundamental de los sistemas autónomos de climatización tipo bomba de calor de expansión directa descritos anteriormente.

Característica	1	2	3	4
Unidad terminal	Unidad interior - Split			
Tipo	Conductos	Conductos	Conductos	Conductos
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - Split			
Planta	0	0	0	0
Zona de tratamiento	Comedor	Salón	Despacho Suboficial	Despacho Auxiliar
Marca	Carrier	Carrier	Carrier	Carrier
Modelo	FB4ASX048	FB4ASX048	FB4ASX060	FB4ASX060
Cantidad	1	1	1	1
Alimentación	-	-	-	-
Batería calor	R-22	R-22	R-22	R-22
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	13,80	13,80	17,30	17,30
Batería frío	R-22	R-22	R-22	R-22
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	13,60	13,60	16,80	16,80
Pot. Abs. (kW)	0,15	0,15	0,15	0,15
Regulación	Válvula de expansión electrónica			
Tipo control	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario
Observaciones	-	-	-	-

Tabla 11 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas

Característica	5	6	7	8
Unidad terminal	Unidad interior - Split			
Tipo	Conductos	Conductos	Conductos	Conductos
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - Split			
Planta	0	0	0	0
Zona de tratamiento	Despacho Cabos Intervención	Despacho Cabos Prevención	Recepción	Comunicaciones
Marca	Carrier	Carrier	Carrier	Carrier
Modelo	FB4ASX060	FB4ASX060	FB4ASX036	FB4ASX048
Cantidad	1	1	1	1
Alimentación	-	-	-	-
Batería calor	R-22	R-22	R-22	R-22
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	17,30	17,30	10,50	13,80
Batería frío	R-22	R-22	R-22	R-22
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	16,80	16,80	10,30	13,60
Pot. Abs. (kW)	0,15	0,15	0,15	0,15
Regulación	Válvula de expansión electrónica			
Tipo control	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario
Observaciones	-	-	-	-

*Tabla 12 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas*

Característica	9	10	11	12
Unidad terminal	Unidad interior - Split			
Tipo	Conductos	Conductos	Conductos	Conductos
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - Split			
Planta	0	0	0	1
Zona de tratamiento	Habitación 5	Oficina	Jefatura	Habitación 1
Marca	Carrier	Carrier	Carrier	Carrier
Modelo	FB4ASX048	FB4ASX048	FB4ASX060	FB4ASX060
Cantidad	1	1	1	1
Alimentación	-	-	-	-
Batería calor	R-22	R-22	R-22	R-22
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	13,80	13,80	17,30	17,30
Batería frío	R-22	R-22	R-22	R-22
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	13,60	13,60	16,80	16,80
Pot. Abs. (kW)	0,15	0,15	0,15	0,15
Regulación	Válvula de expansión electrónica			
Tipo control	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario
Observaciones	-	-	-	-

*Tabla 13 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas*

Característica	13	14	15	16
Unidad terminal	Unidad interior - Split			
Tipo	Conductos	Conductos	Conductos	Conductos
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - Split			
Planta	1	1	1	1
Zona de tratamiento	Habitación 2	Habitación 3	Habitación 4	Biblioteca
Marca	Carrier	Carrier	Carrier	Carrier
Modelo	FB4ASX036	FB4ASX036	FB4ASX060	FB4ASX060 / FB4ASX036
Cantidad	1	1	1	1
Alimentación	-	-	-	-
Batería calor	R-22	R-22	R-22	R-22
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	10,50	10,50	17,30	17,3 / 10,5
Batería frío	R-22	R-22	R-22	R-22
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	10,30	10,30	16,80	16,8 / 10,3
Pot. Abs. (kW)	0,15	0,15	0,15	0,15
Regulación	Válvula de expansión electrónica			
Tipo control	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario
Observaciones	0	0	0	0

Tabla 14 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas



Imagen 7 Tipología de unidades interiores instaladas

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	219,48	114,10	519,87
Cocina-comedor	49,55	13,80	278,51
Zonas comunes	177,84	24,30	136,64
Usos múltiples	90,00	27,80	308,89
Otros	170,79	69,40	406,35
Total	707,66	249,40	352,43

Tabla 15 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

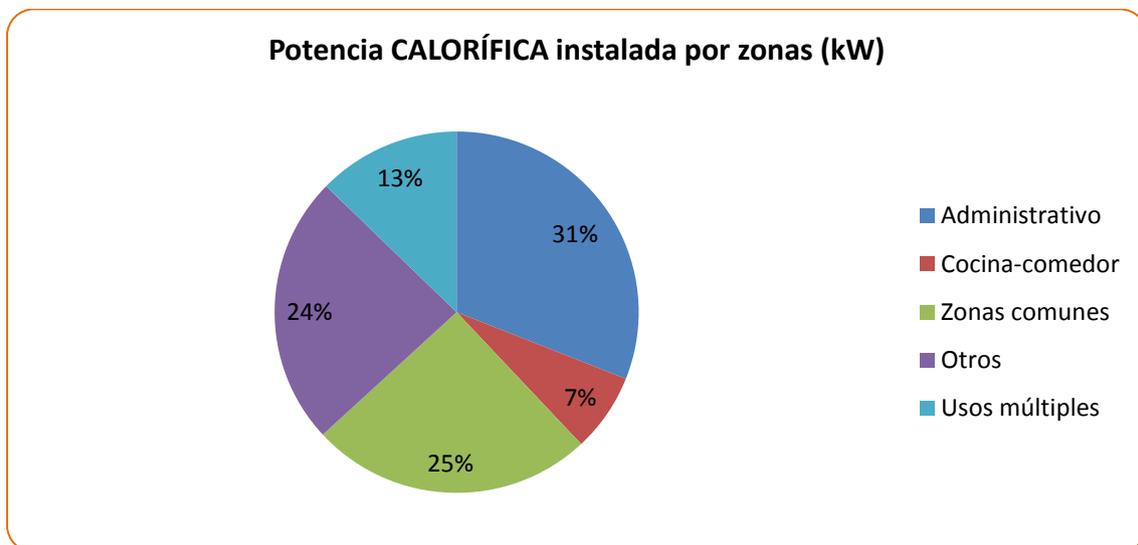


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

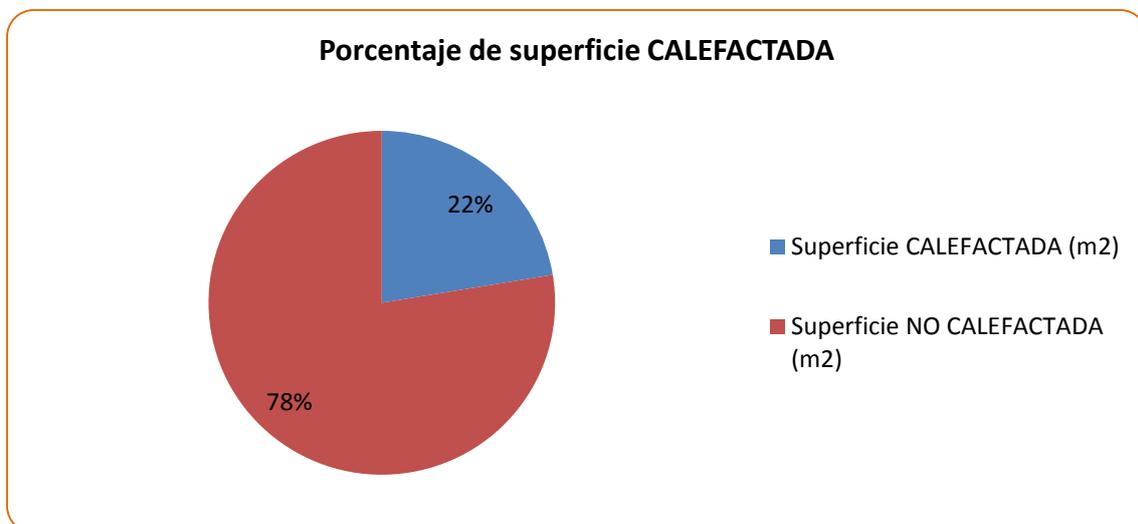


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	219,48	111,20	506,65
Cocina-comedor	49,55	13,60	274,47
Zonas comunes	177,84	23,90	134,39
Usos múltiples	90,00	27,10	301,11
Otros	170,79	67,80	396,98
Total	707,66	243,60	344,23

Tabla 16 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

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

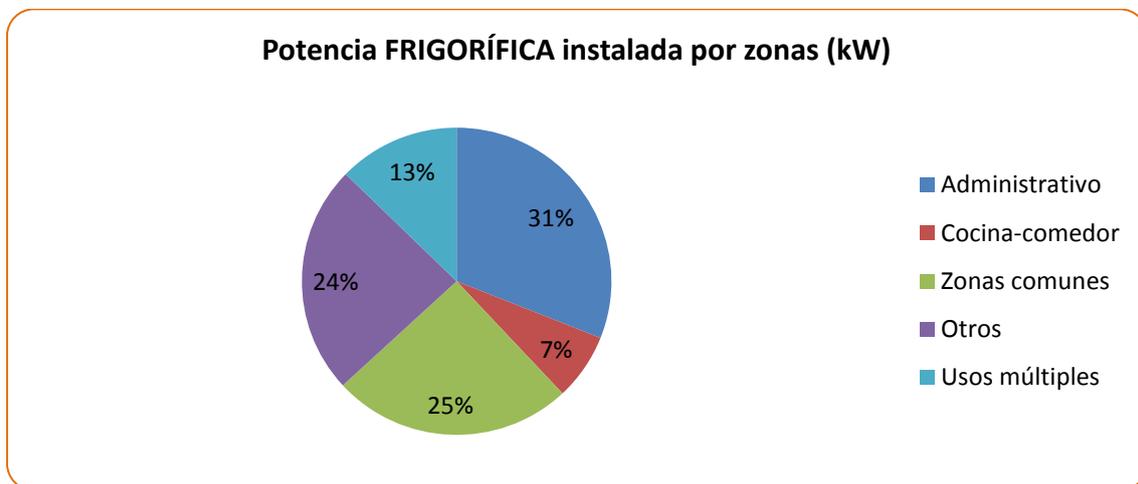


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

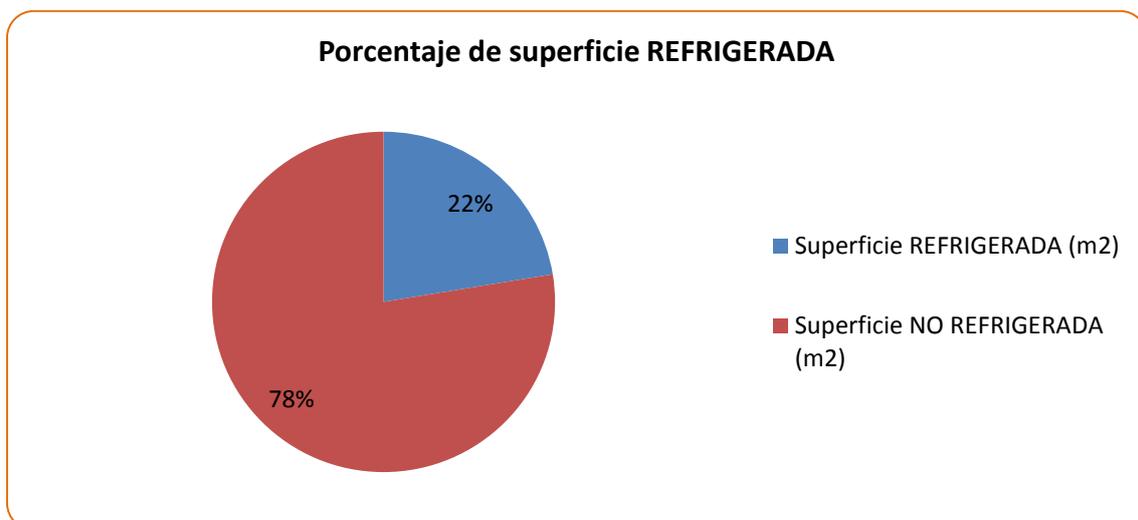


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 30,34 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

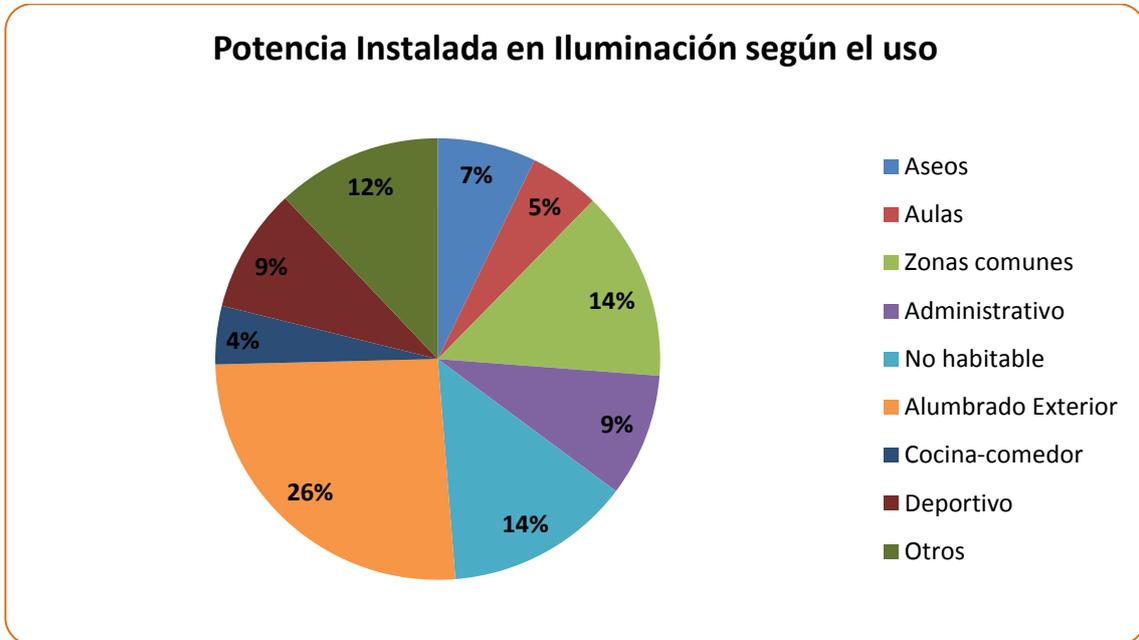


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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 parque de bomberos.

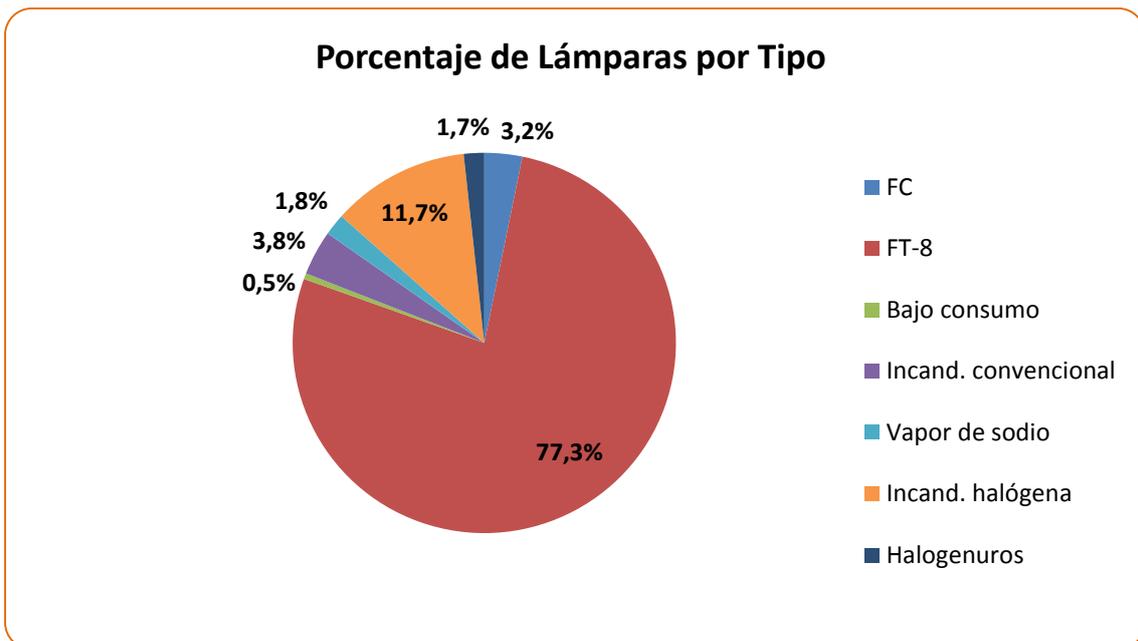


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

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.	kW TOTAL
EM	190	16,29
FT-8	190	16,29
1	1	0,04
36	1	0,04
2	69	5,88
18	2	0,09
36	67	5,79
4	120	10,37
18	120	10,37
-	89	6,20
FT-8	3	0,22
2	1	0,07
36	1	0,07
4	2	0,14
18	2	0,14
Incand. convencional	22	0,91
1	22	0,91
18	2	0,04
40	15	0,60
60	1	0,06
53	4	0,21
Incand. halógena	46	4,11
1	46	4,11
18	2	0,04
50	4	0,20
60	1	0,06
53	21	1,11
150	18	2,70
Bajo consumo	4	0,04
1	4	0,04
11	4	0,04
Halogenuros	1	0,25
1	1	0,25
250	1	0,25

Tipo	Nº Lum.	kW TOTAL
FC	13	0,68
2	13	0,68
26	13	0,68
Total general	279	22,49

Tabla 17 Resumen de lámparas instaladas

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



Imagen 8 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
-	86	7,85
Incand. convencional	9	0,36
1	9	0,36
40	9	0,36
Incand. halógena	49	2,37

Tipo	Nº Lum.	kW TOTAL
1	49	2,37
40	8	0,32
50	41	2,05
Halogenuros	13	1,37
1	13	1,37
150	2	0,30
100	10	1,00
70	1	0,07
Vapor de sodio	15	3,75
1	15	3,75
250	15	3,75
Total general	86	7,85

Tabla 18 Resumen de iluminación exterior



Imagen 9 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

Existe regulación de la iluminación interior mediante detectores de presencia en los vestuarios.

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Dado que las secciones de iluminación 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 funciona unas 10 horas diarias como media durante todo el año. Hay que tener en cuenta que en invierno estará funcionando más horas que en verano.

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)
Audiovisual	10	1,49
DVD/CD	3	0,05
20	1	0,02
15	2	0,03
Proyector	1	0,36
360	1	0,36
Televisión Tubo	1	0,3
300	1	0,3
Televisión LCD	3	0,71
250	2	0,5
210	1	0,21
TDT	2	0,07
20	1	0,02
50	1	0,05
Electrodoméstico	16	21,76
Frigorífico	4	1,4
350	4	1,4
Microondas	2	2
1200	1	1,2
800	1	0,8
Cafetera	1	0,75
750	1	0,75
Nevera	4	0,4
100	4	0,4
Congelador	1	0,76
760	1	0,76
Lavadora	1	0,55
550	1	0,55
Tostador	1	2
2000	1	2
Horno con hornilla	1	12,9
12900	1	12,9
Kettle / Calienta agua	1	1
1000	1	1
Informático	46	12,529
Ordenador sobremesa	16	4,8
300	16	4,8
RACK	2	1,4
440	1	0,44
960	1	0,96
Fotocopiadora	2	2,464
1024	1	1,024
1440	1	1,44
Ordenador portátil	2	0,24
150	1	0,15
90	1	0,09
Impresora doméstica	7	2,595
30	1	0,03
285	3	0,855
990	1	0,99
360	2	0,72
Otros	1	0,09
90	1	0,09
Monitor PC	15	0,3

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
20	15	0,3
Telefonía	1	0,64
640	1	0,64
Otros	32	46,601
Extractor de humos	1	11
11000	1	11
Secador de manos	10	15
1500	10	15
Trituradora de papel	1	0,13
130	1	0,13
Ventilador	1	0,05
50	1	0,05
Campana extractora	1	0,18
180	1	0,18
Compresor	3	16,3
5500	1	5,5
3300	1	3,3
7500	1	7,5
Taladro	1	0,18
180	1	0,18
Afiladora	1	0,75
750	1	0,75
Máquina limpiadora de máscaras	1	1
1000	1	1
Secadora de máscaras	1	1
1000	1	1
Máquina expendedora	1	0,7
700	1	0,7
Otros	2	0,106
90	1	0,09
16	1	0,016
Flexo	7	0,205
100	1	0,1
50	1	0,05
11	5	0,055
Máquina de escribir	1	0
0	1	0
Sonido	5	0,254
Altavoz	1	0,02
20	1	0,02
Radio-CD	1	0,004
4	1	0,004
Otros	2	0,18
90	2	0,18
Equipo de música	1	0,05
50	1	0,05
Distribución - Bombas	5	52,6
Bomba	5	52,6
2700	2	5,4
30000	1	30
15000	1	15
2200	1	2,2
ACS	10	15,6
Termo-acumulador eléctrico	10	15,6
1200	1	1,2
1600	9	14,4
Producción Frio y Calor	8	54,06
Bomba de calor	8	54,06

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
4650	2	9,3
6590	3	19,77
8330	3	24,99
Total general	132	204,894

Tabla 19 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.

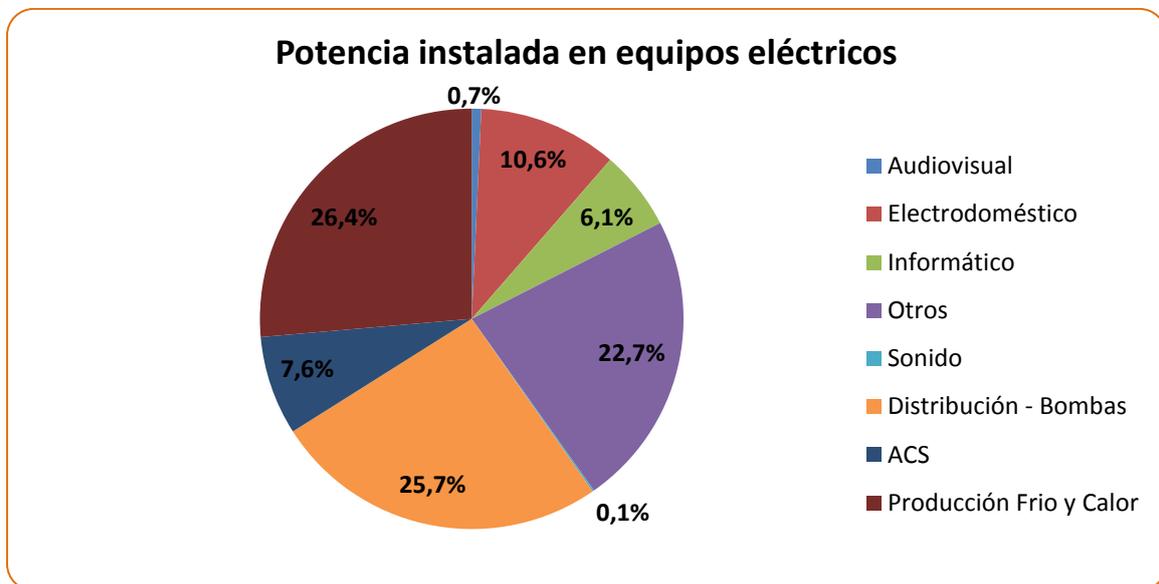


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

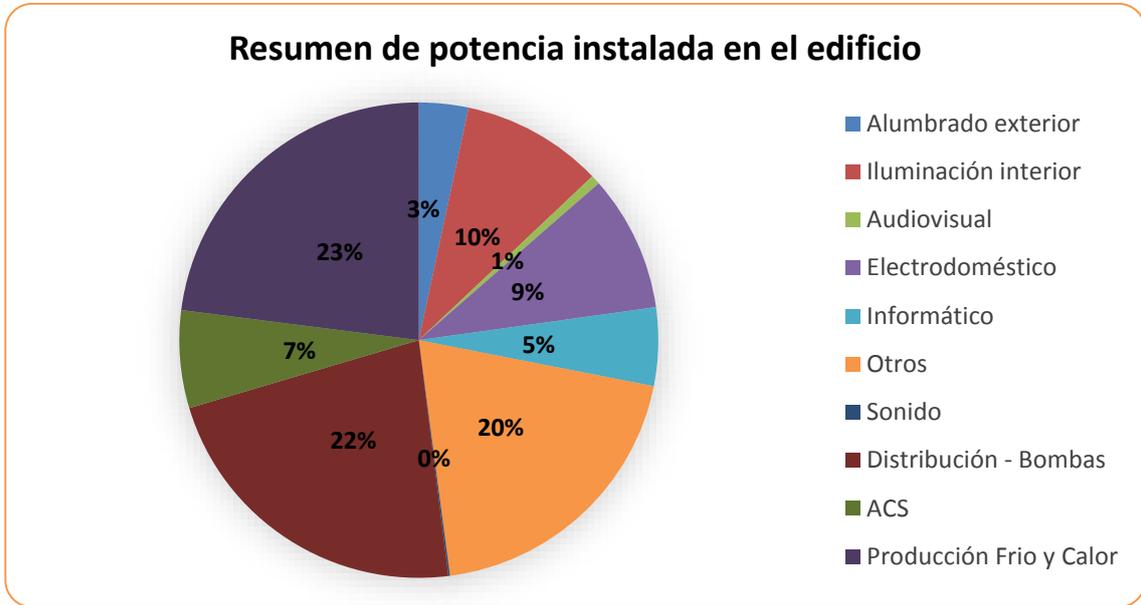


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

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:

CUPS	ES0031103687626001KV0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	80	80	80
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,29141
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

Se ha realizado un análisis de los consumos eléctricos a partir de los datos de las facturas eléctricas recibidas. El periodo estudiado corresponde desde Enero de 2014 a Diciembre de 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	2.220	4.829	2.282	32 /36 /27	0,00	1.532,51
31/01/2014	28/02/2014	1.965	4.834	2.578	32 /30 /32	0,00	1.484,45
28/02/2014	31/03/2014	1.758	4.721	2.454	28 /27 /25	0,00	1.484,08
31/03/2014	30/04/2014	1.470	4.218	2.340	31 /24 /28	0,00	1.361,77
30/04/2014	31/05/2014	1.607	4.527	2.411	26 /30 /24	0,00	1.437,86
31/05/2014	30/06/2014	1.650	4.525	2.384	36 /32 /24	0,00	1.442,90
30/06/2014	31/07/2014	2.455	5.771	2.428	47 /36 /30	0,00	1.720,79
31/07/2014	31/08/2014	2.358	6.045	2.196	38 /37 /26	0,00	1.719,92
31/08/2014	30/09/2014	2.166	5.561	2.223	37 /36 /29	0,00	1.622,47
30/09/2014	31/10/2014	1.880	5.429	2.244	28 /35 /25	0,00	1.584,72
31/10/2014	30/11/2014	2.064	5.279	2.362	27 /35 /30	0,00	1.586,48
30/11/2014	31/12/2014	2.254	6.093	2.560	31 /41 /31	0,00	1.738,36

Tabla 20 Facturación eléctrica

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

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	80	80	80
Potencia registrada (kW)	47	41	32

Tabla 21 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:

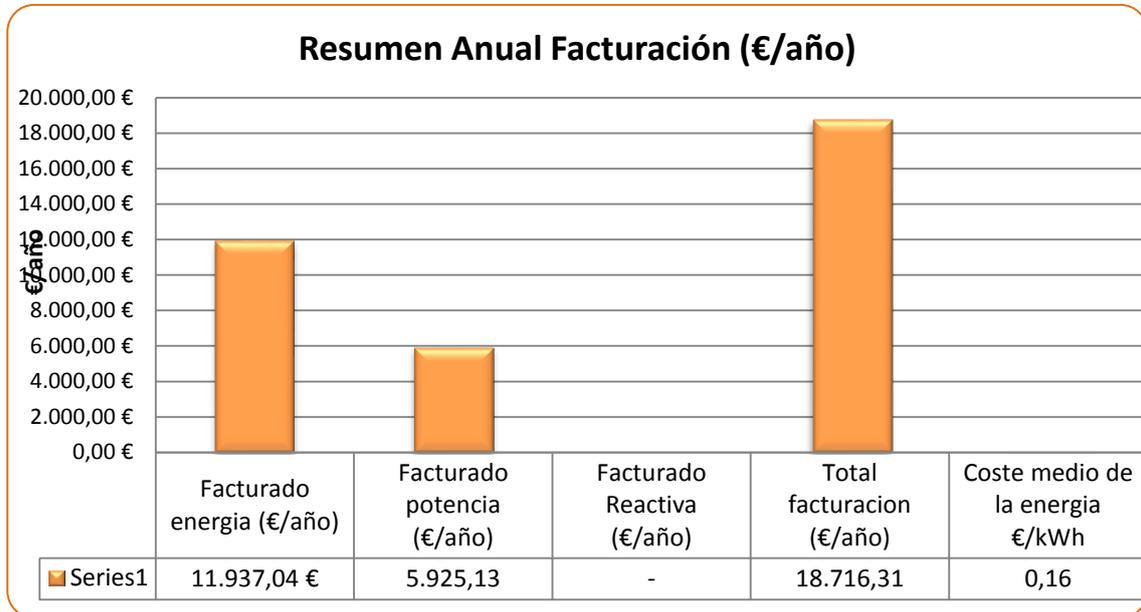


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

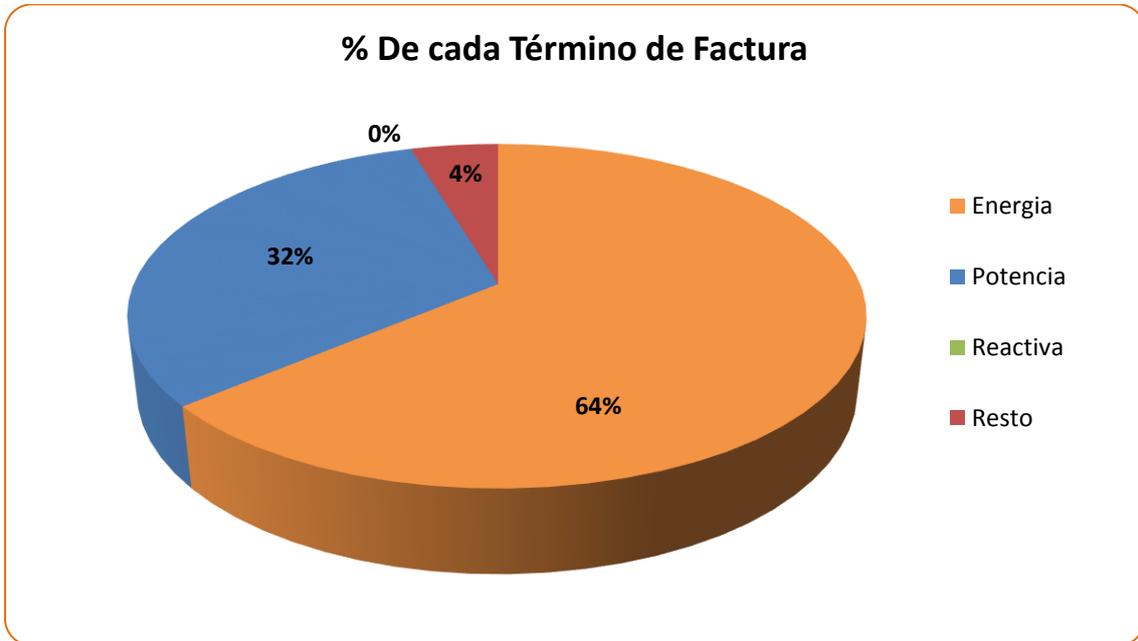


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

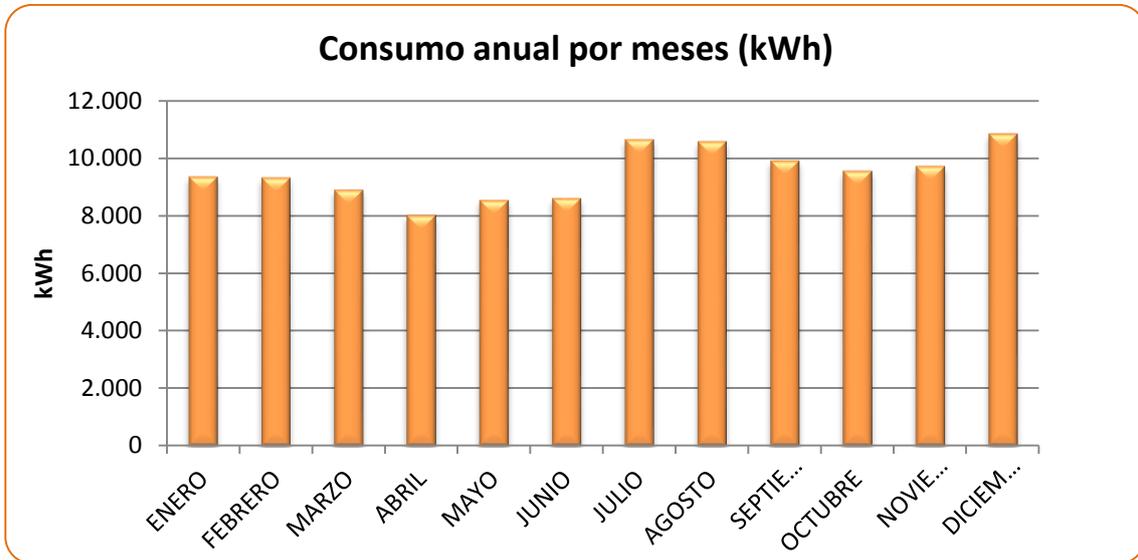


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

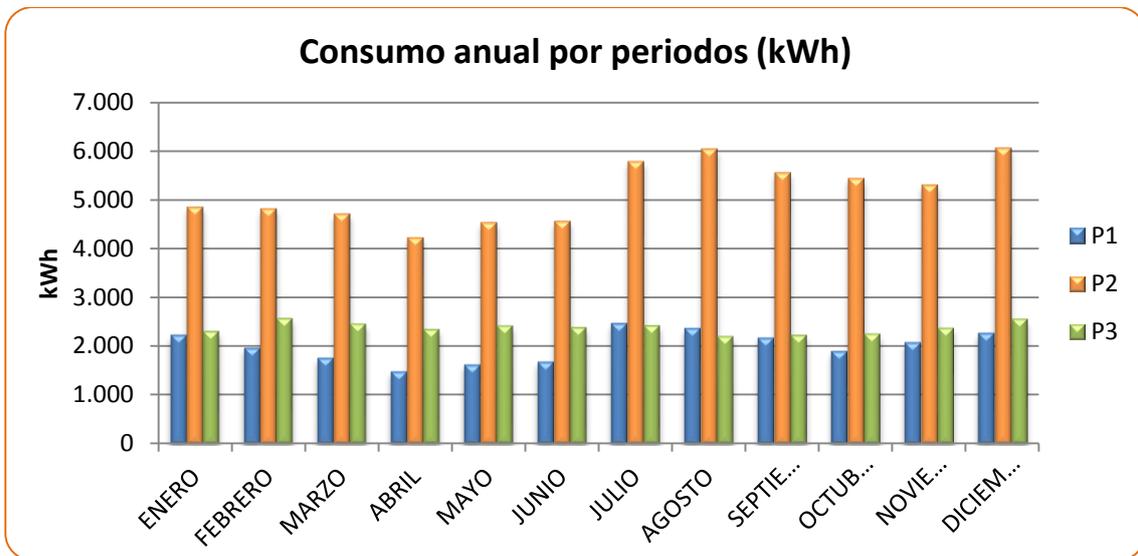


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	114.141
Total Facturación (€)	18.716,31
Media mensual de consumo (kWh/mes)	9.512
Media mensual de coste (€/mes)	1.559,69
Coste medio energía (€/kWh)	0,164

Tabla 22 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)	114.141	-	114.141
Coste (€/año)	18.716,31	-	18.716,31

Tabla 23 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 del año 2014.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	14
Superficie total (m ²)	3.158,74
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	22,49
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	6,45
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	204,89
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	233,83

Tabla 24 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	114.141
€/kWh	0,16
kWh/m ² Total	36,13
€/m ² Total	5,93
kWh/persona uso	8.152,93
€/persona uso	1.336,88
Ton CO ₂ /año	45,54
Kg CO ₂ /m ²	14,42
Pot. Iluminación en W/m ²	7,12

Tabla 25 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

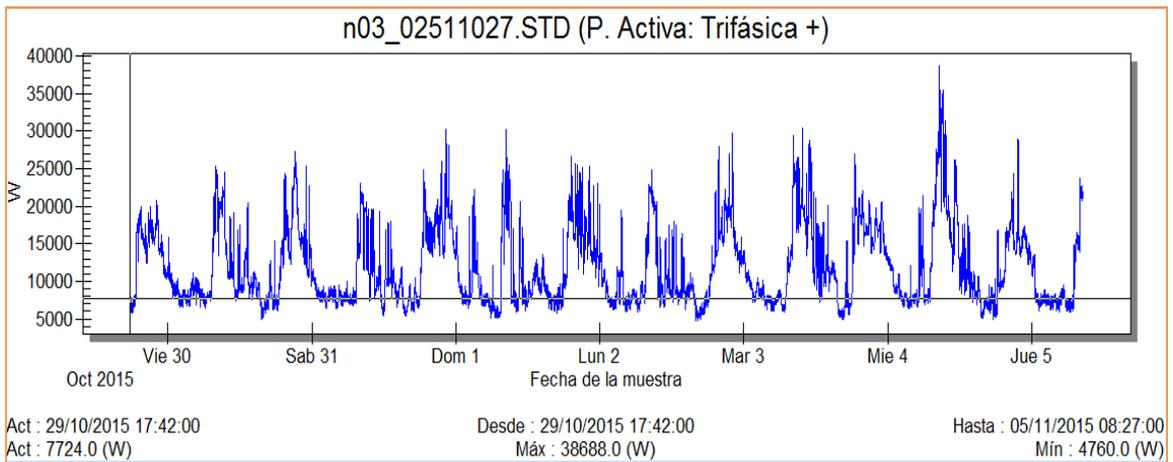


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 29/10/2015 al 05/11/2015

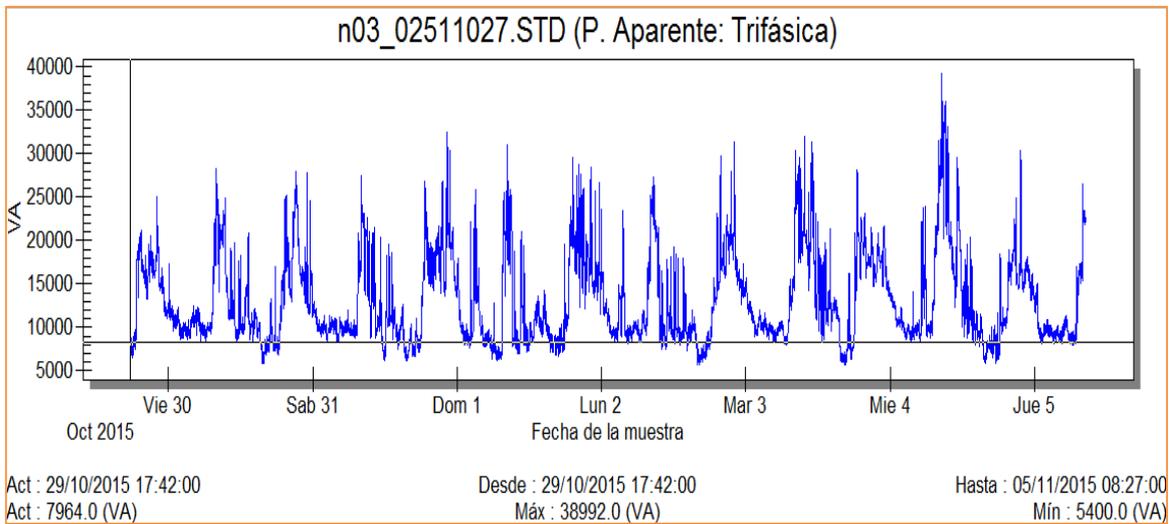


Gráfico 15 Datos de registro de potencia aparente desde el 29/10/2015 al 05/11/2015

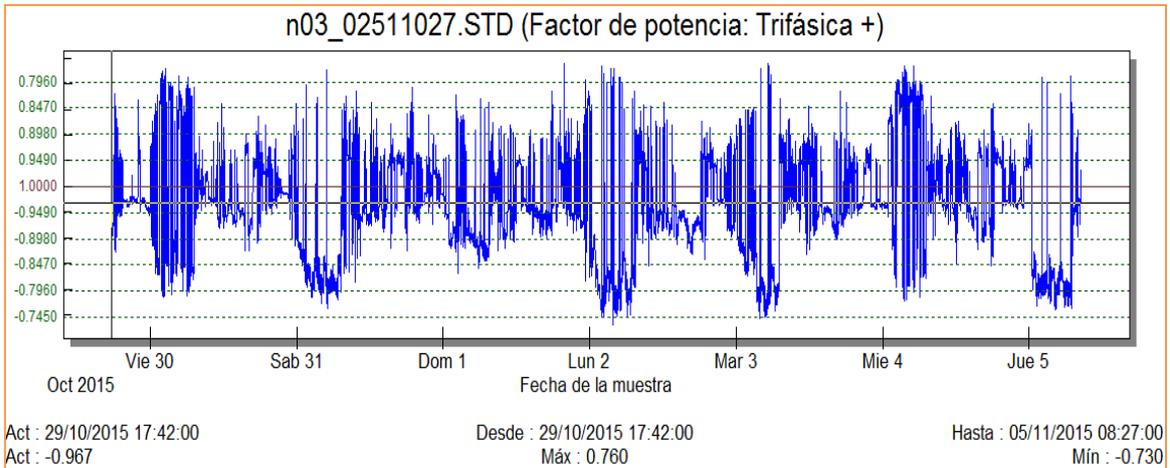


Gráfico 16 Factor de potencia trifásico registrado

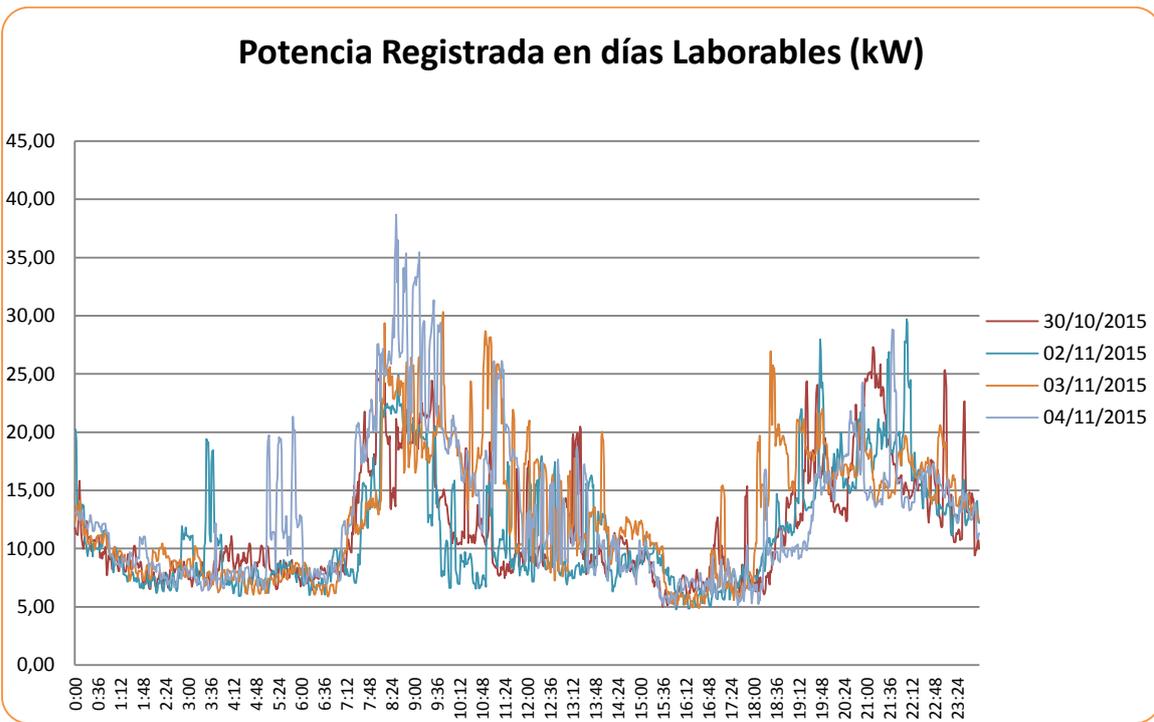


Gráfico 17 Potencia registrada en días laborables (kW)

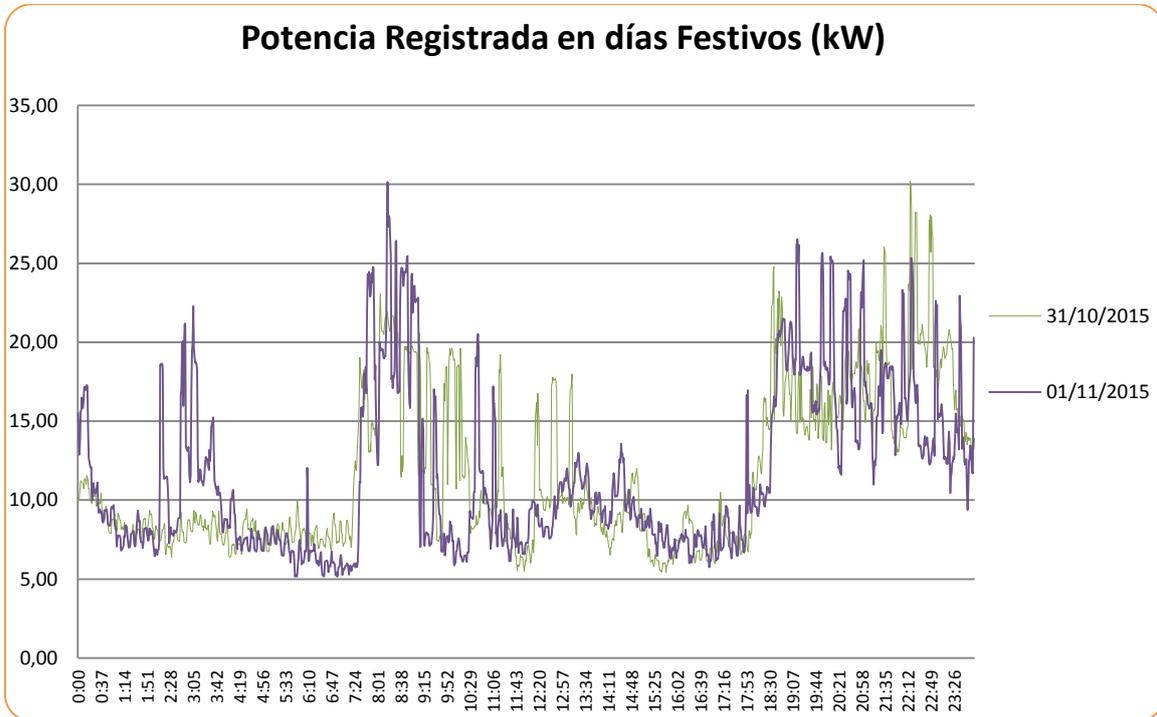


Gráfico 18 Potencia registrada en días festivos (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 5 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Todos los días son muy homogéneos con una potencia máxima de 38,69 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 10:00.

También se observa que se hace uso de la iluminación exterior durante gran parte de las horas nocturnas.

También cabe señalar que se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos y los termos eléctricos instalados.

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

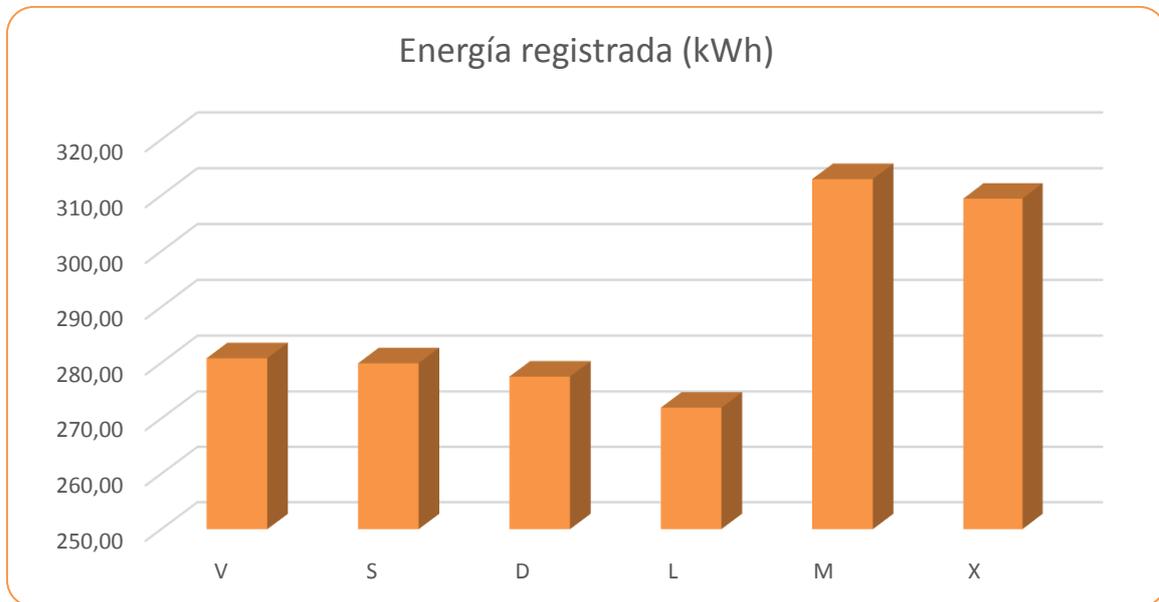


Gráfico 19 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante de lunes a viernes es de 293,78 kWh y durante el fin de semana es de 278,73 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 8.677,93 kWh para el mes de noviembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en noviembre de 2014 de un 18,53% inferior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- Oficina (Planta baja)

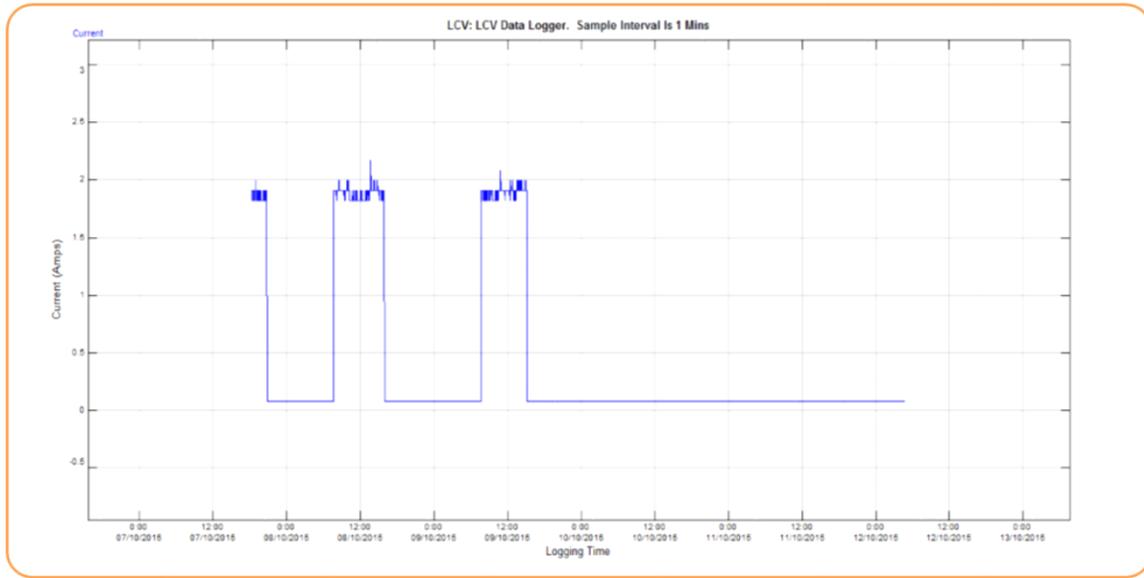


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en la oficina (Planta baja)

- Comedor (Planta baja)

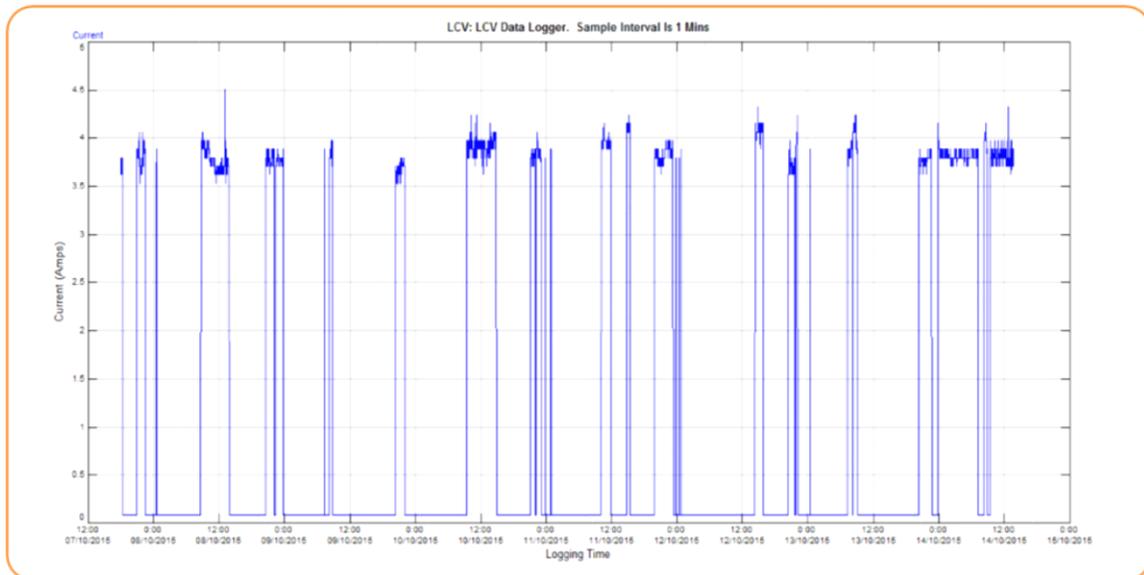


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en el comedor

- **Cocina y almacenes (Planta baja)**

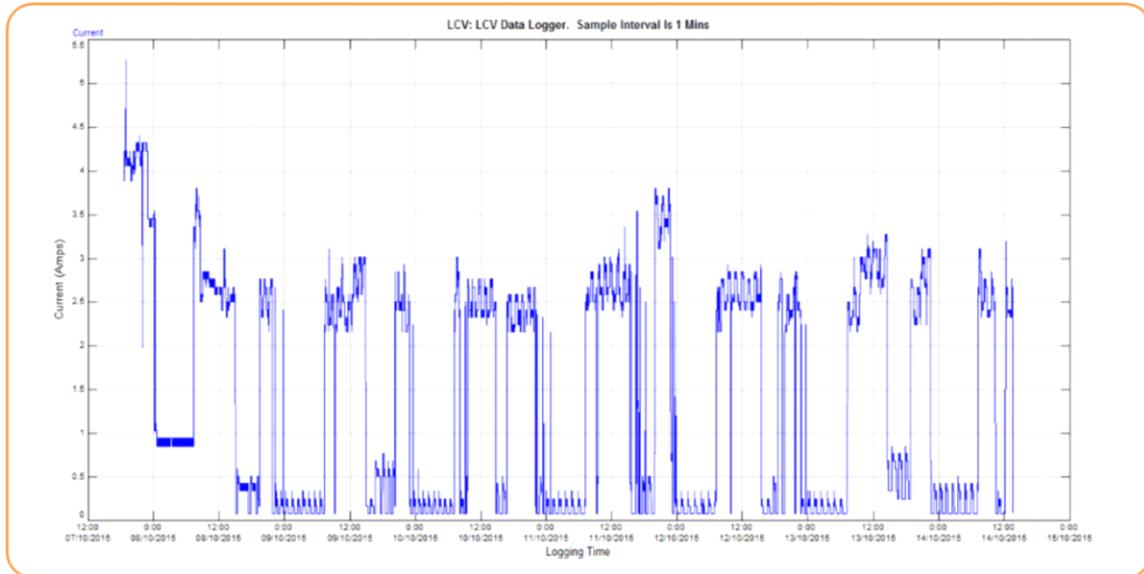


Gráfico 22 Registro de monofásico instalado en cocina y almacenes

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

- Oficinas: 3,47 h
- Comedor: 4,56 h
- Cocina y almacenes: 5,98 h

3.2 Medida de nivel de iluminación

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

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

Ubicación	Potencia (W)	Área (m^2)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Grupo Presión	86,4	24,50	155	100	2,28
Grupo Electrógeno	43,2	11,50	88	100	4,27
Parking	950,4	717,74	36	25	3,68
Escalera Torre P-2/P-1	43,2	23,35	52	200	3,56
Escalera Torre P-1/P0	43,2	23,55	60	200	3,06
Pasillo 1	777,6	45,36	247	150	6,94
Salón	950,4	104,68	231	200	3,93
Aseo Caballero	100	5,50	210	150	8,66
Habitación 6	86,4	5,36	408	200	3,95
Aseo 2	44	20,15	66	150	3,31

Tabla 26 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Se observa que los valores medidos de iluminancia no son suficientes en las escaleras de la torre que están bastante por debajo de lo que marca la norma., además del aseo 2 y la sala del grupo electrógeno. Sin embargo el resto de estancias tienen una adecuada iluminancia exceptuando el pasillo 1 y el aseo de caballeros que poseen una iluminancia excesiva.

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 27 Condiciones interiores exigidas por el RITE

Durante el periodo de una semana, entre los días 07/10/2015 y 15/10/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Recepción

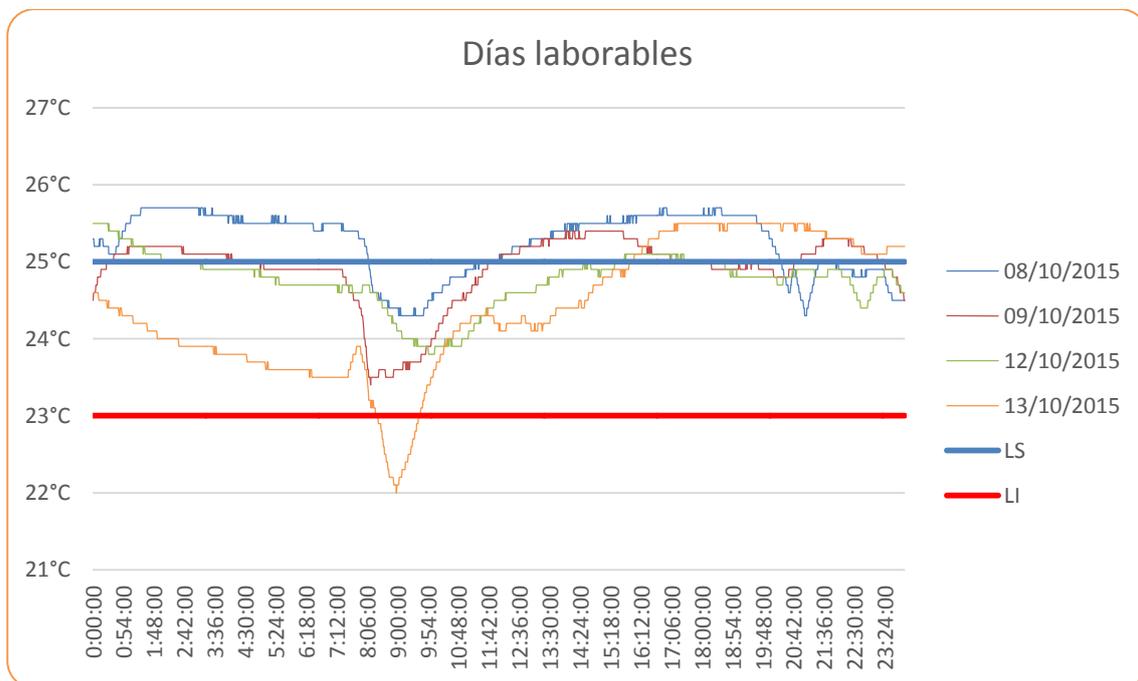


Gráfico 23 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables



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

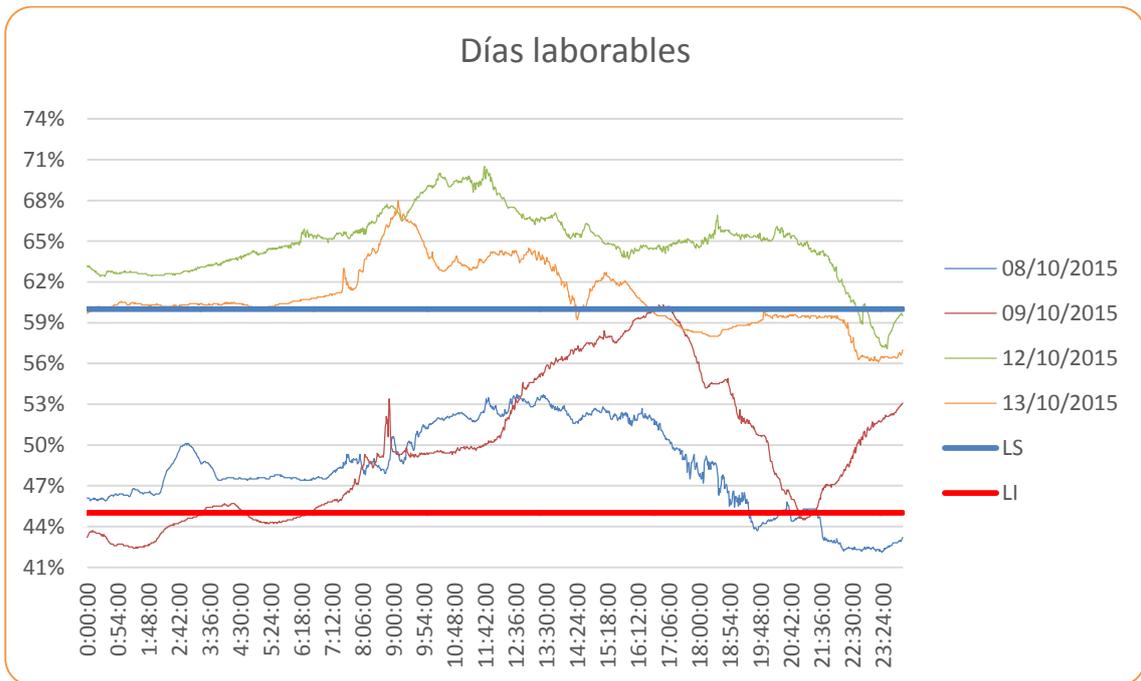


Gráfico 25 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables



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

Esta zona se trata mediante un sistema tipo bomba de calor con unidad interior de tipo conducto. La temperatura comienza a descender desde los 26-25°C a partir de las 7:30h de la mañana, coincidiendo con el inicio de la jornada laboral y con la activación del sistema de climatización. En torno a las 9:30 se alcanzan los picos mínimos de temperatura, en torno a los 24°C, dentro de la zona de confort térmico. A partir de las 13:00 la temperatura comienza a ascender hasta alcanzar aproximadamente los 25,5°C coincidiendo con la desactivación del sistema de climatización y con el fin de la jornada laboral. Por lo tanto, la temperatura se encuentra dentro de los valores reglamentarios establecidos por el RITE durante gran parte del periodo de ocupación.

Los fines de semana se puede ver que el edificio sigue la misma pauta de comportamiento.

La humedad se sitúa por encima del límite superior requerido por la normativa (60%) durante tres días consecutivos (11,12 y 13 de octubre) durante casi todo el horario de ocupación, oscilando entre el 60 y 48%, mientras que el resto de días del registro se puede considerar que la humedad ha estado dentro de los valores establecidos por el RITE.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ❑ **Se aprecian aportaciones térmicas suficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 23°C y los 25°C, bajando de forma puntual del límite establecido por el RITE (23°C), lo cual indica un aporte adecuado de refrigeración, que podría limitarse mediante la modificación de la consigna del equipo.
- ❑ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, disminuyendo a partir de las 7:30, cuando entra en funcionamiento el sistema de climatización, hasta las 13:00, coincidiendo con la desactivación del sistema y el fin de la jornada laboral, y a partir de esa hora se va incrementando.

3.4 Análisis termográfico

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

3.5 Certificación energética

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

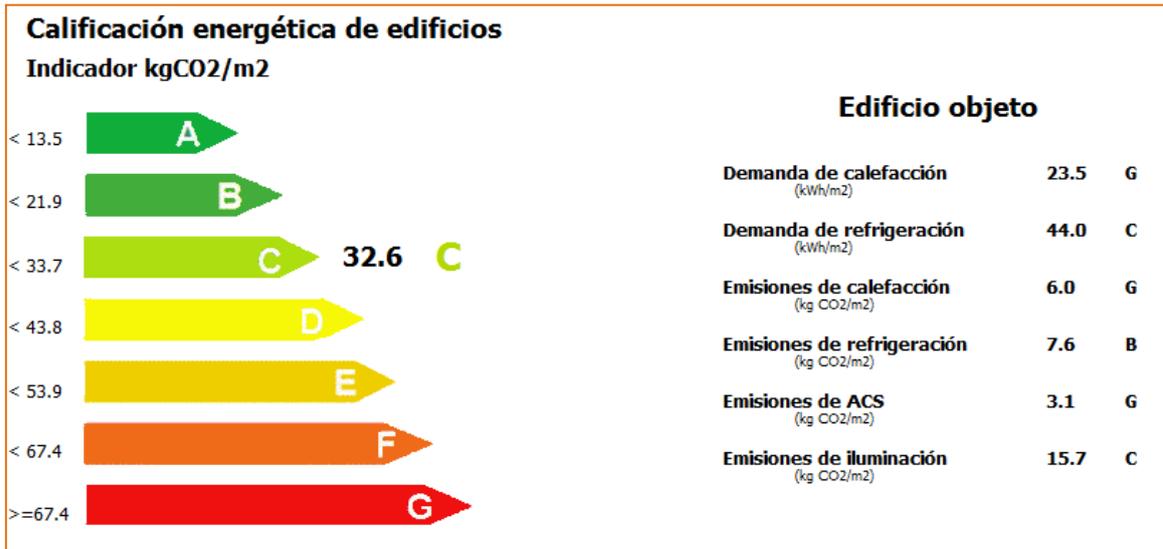


Imagen 10 Etiqueta Certificado Energético

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

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

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

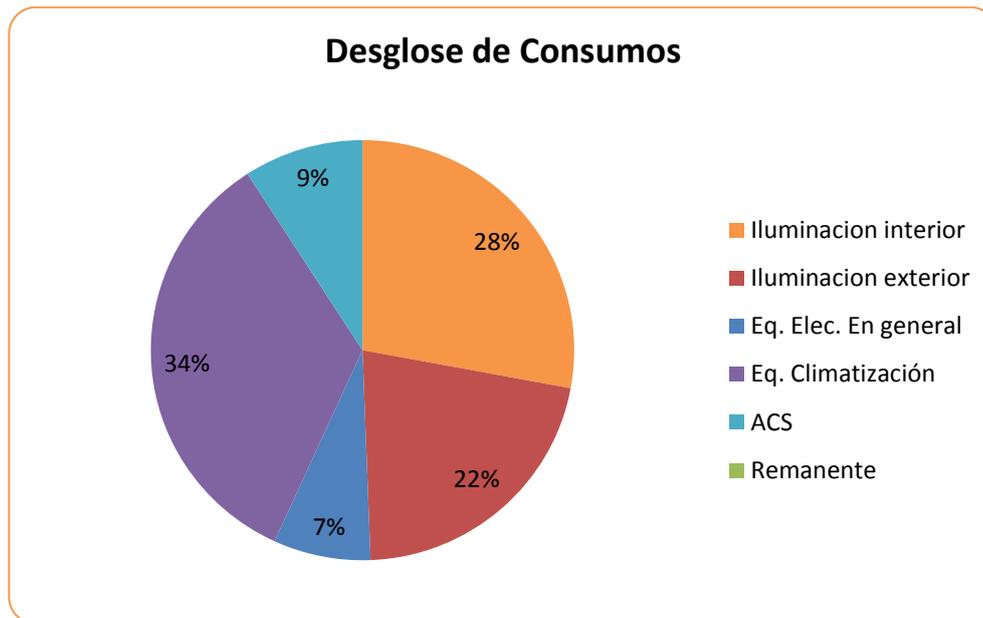


Gráfico 27 Desglose de consumos eléctricos

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

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 4%.

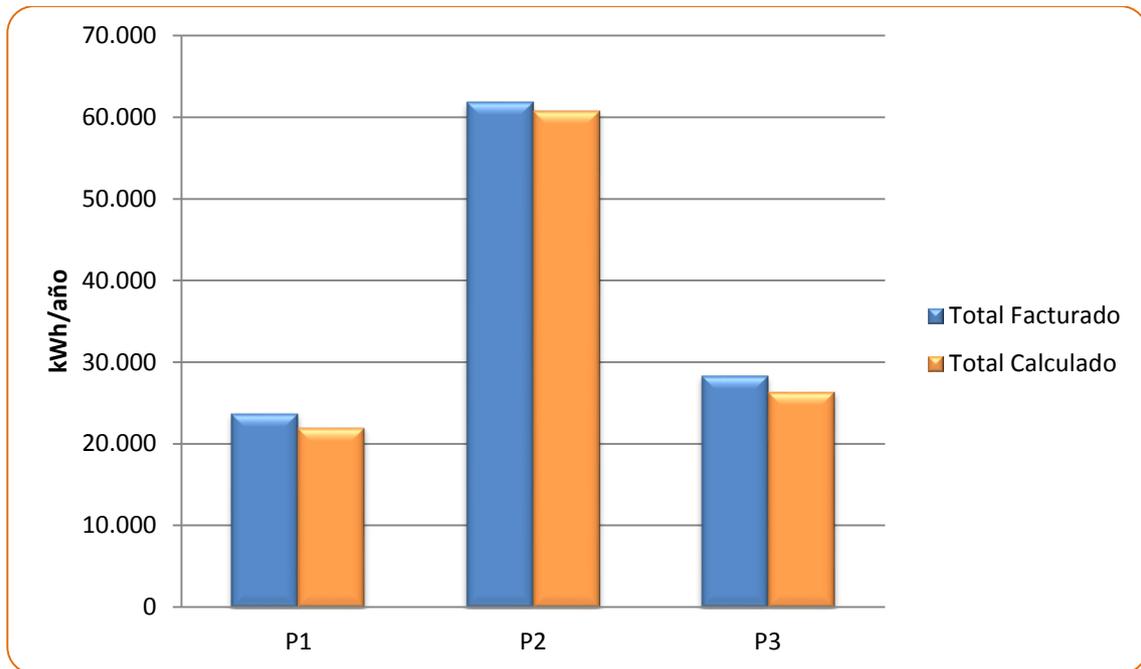


Gráfico 28 Desglose de consumos por periodo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

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 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 11 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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

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	25,81%	70,97%	3,23%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,27466
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 ₂ evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
17.235	56,39%	15,10%	2.115,48 €	152,04 €	2.267,52 €	24.116,93 €	10,64	6,88

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

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

Descripción de la mejora

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

Aplicación de la mejora

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

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

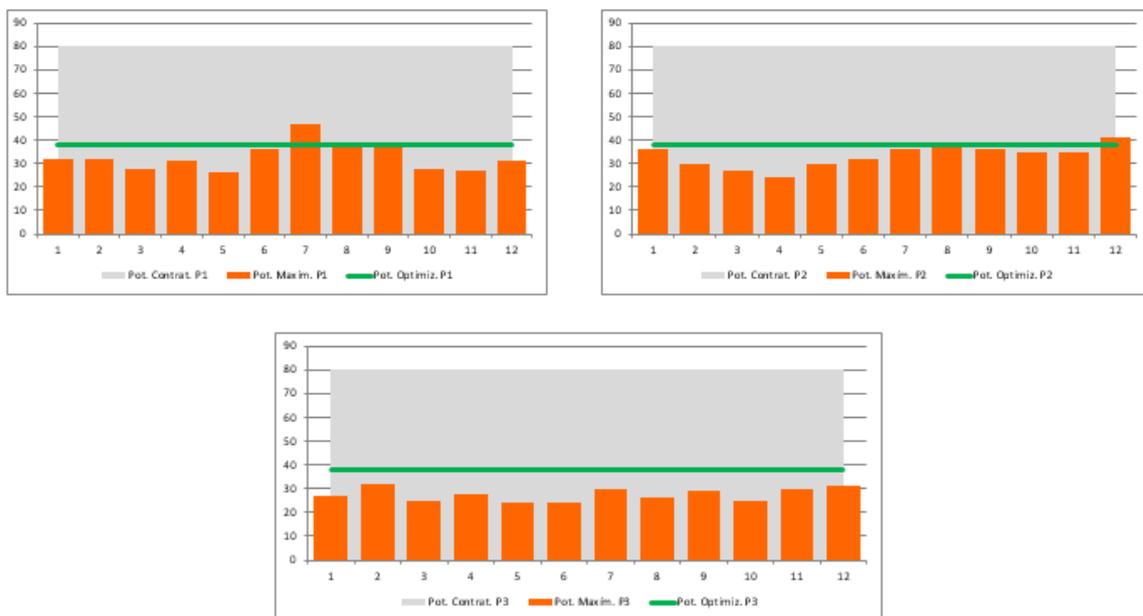


Gráfico 29 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el maxímetro 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 **38 / 38 / 38 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	
80	80	80	38	38	38	2.793,19

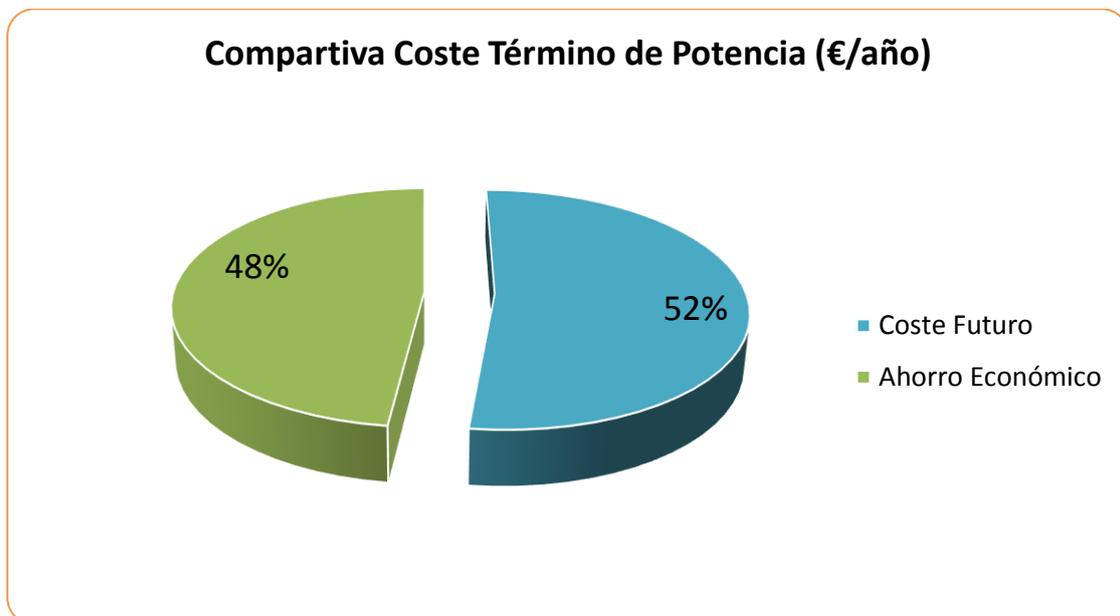


Gráfico 30 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

Riesgo técnico

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

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 (CO₂)
- 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:
 - Equipos con funcionamiento continuo (L-D) en horario de 0:00h a 24:00h de 0,116776161€/kWh (calefacción) y 0,116776161€/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
Baja 24 h	0,636	0,805

Tabla 28 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/m² 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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

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 a sustituir	Capacidad Frig. (kW)	Capacidad Calorífica (kW)	Horario	horas año equiv. - Refrig.	horas año equiv. - Calef.	Ahorro energ. (kWh)	Ahorro energ. (%)	Ahorro económ. (€)	Emisiones evitadas (tn CO2)	Inversión (€)	Retorno simple (años)	Actuación propuesta
Habitación 2 y 3 y Biblioteca	Bomba de calor	9,50	10,80	L-D 24 h	283	218	1.395,47	62,4%	171,29	0,56	3.534,75	20,64	NO
Recepción	Bomba de calor	9,50	10,80	L-D 24 h	283	218	1.395,47	62,4%	171,29	0,56	3.534,75	20,64	NO
Comunicaciones, Habitación 5 y Oficina	Bomba de calor	12,00	13,50	L-D 24 h	283	257	2.003,65	63,2%	245,94	0,80	4.746,15	19,30	NO
Salón	Bomba de calor	12,00	13,50	L-D 24 h	1.104	1.406	9.001,11	62,4%	1.104,86	3,59	4.550,15	4,12	SI
Comedor	Bomba de calor	12,00	13,50	L-D 24 h	283	257	2.003,65	63,2%	245,94	0,80	4.746,15	19,30	NO
Despachos	Bomba de calor	20,00	23,00	L-D 24 h	283	255	1.994,02	49,7%	244,76	0,80	7.787,90	31,82	NO
Jefatura	Bomba de calor	20,00	23,00	L-D 24 h	283	255	1.994,02	49,7%	244,76	0,80	7.787,90	31,82	NO
Habitación 1 y 4 y Biblioteca	Bomba de calor	20,00	23,00	L-D 24 h	283	255	1.994,02	49,7%	244,76	0,80	7.787,90	31,82	NO
-	-	-	-	-	-	-	10.341,36	-	844,97	4,13	8.681,49	10,27	TOTAL

RESUMEN DETALLADO

BIBLIOTECA Y HABITACIONES 2 Y 3 – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x2 - Conductos

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	10,30	10,50	2,22	2,48	1,78	1,58
Propuesto	9,50	10,80	3,21	3,61	5,10	3,81

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	1.147,25 €
	Unidad interior	903,50 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	661,70 €
	Instalación eléctrica y de control	222,30 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	600,00 €
TOTAL		3.534,75 €

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)					
1.457,94	2.343,18	2.237,58	842,11	1.395,47	171,29	3.534,75	20,64

Tabla 31 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
1.395,47	62,4%	171,29	3.534,75	20,64	0,56

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.

¹ Sobre el consumo eléctrico anual

² Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

RECEPCIÓN – 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	10,30	10,50	2,22	2,48	1,78	1,58
Propuesto	9,50	10,80	3,21	3,61	5,10	3,81

Tabla 33 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	1.147,25 €
	Unidad interior	903,50 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	661,70 €
	Instalación eléctrica y de control	222,30 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	600,00 €
	TOTAL	3.534,75 €

Tabla 34 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)					
1.457,94	2.343,18	2.237,58	842,11	1.395,47	171,29	3.534,75	20,64

Tabla 35 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	% ³	€/año	€ ⁴	años	Ton/año
1.395,47	62,4%	171,29	3.534,75	20,64	0,56

Tabla 36 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.

³ Sobre el consumo eléctrico anual

⁴ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

COMUNICACIONES, HABITACIÓN 5 Y OFICINAS – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x3 - Conductos

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	13,60	13,80	2,06	2,71	1,66	1,72
Propuesto	12,00	13,50	3,23	3,63	5,07	4,05

Tabla 37 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	1.539,85 €
	Unidad interior	1.361,10 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	873,60 €
	Instalación eléctrica y de control	171,60 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	800,00 €
TOTAL		4.746,15 €

Tabla 38 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)					
2.256,75	3.093,90	3.171,11	1.167,46	2.003,65	245,94	4.746,15	19,30

Tabla 39 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	% ⁵	€/año	€ ⁶	años	Ton/año
2.003,65	63,2%	245,94	4.746,15	19,30	0,80

Tabla 40 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.

⁵ Sobre el consumo eléctrico anual

⁶ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

SALÓN - 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	13,60	13,80	2,06	2,71	1,66	1,72
Propuesto	12,00	13,50	3,23	3,63	5,07	4,05

Tabla 41 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción	Unidad Exterior	1.539,85 €
	Unidad interior	1.361,10 €
Tratamiento		
Distribución térmica	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	677,60 €
Instalación eléctrica y de control	Instalación eléctrica y de control	171,60 €
Mano de obra	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	800,00 €
	TOTAL	4.550,15 €

Tabla 42 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)					
12.340,53	12.086,59	14.432,10	5.430,99	9.001,11	1.104,86	4.550,15	4,12

Tabla 43 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	% ⁷	€/año	€ ⁸	años	Ton/año
9.001,11	62,4%	1.104,86	4.550,15	4,12	3,59

Tabla 44 Resumen de resultados principales obtenidos

⁷ Sobre el consumo eléctrico anual

⁸ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

COMEDOR 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	13,60	13,80	2,06	2,71	1,66	1,72
Propuesto	12,00	13,50	3,23	3,63	5,07	4,05

Tabla 45 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción	Unidad Exterior	1.539,85 €
	Unidad interior	1.361,10 €
Tratamiento	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	873,60 €
Distribución térmica	Instalación eléctrica y de control	171,60 €
Instalación eléctrica y de control	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	800,00 €
Mano de obra	TOTAL	4.746,15 €

Tabla 46 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)					
2.256,75	3.093,90	3.171,11	1.167,46	2.003,65	245,94	4.746,15	19,30

Tabla 47 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	% ⁹	€/año	€ ¹⁰	años	Ton/año
2.003,65	63,2%	245,94	4.746,15	19,30	0,80

Tabla 48 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.

⁹ Sobre el consumo eléctrico anual

¹⁰ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

DESPACHOS – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x4 - Conductos

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	16,80	17,30	2,02	2,67	1,62	1,70
Propuesto	20,00	23,00	3,21	3,41	3,21	3,41

Tabla 49 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	3.448,25 €
	Unidad interior	1.337,05 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	1.631,00 €
	Instalación eléctrica y de control	171,60 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	1.200,00 €
	TOTAL	7.787,90 €

Tabla 50 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)					
2.809,00	3.821,88	4.008,40	2.014,37	1.994,02	244,76	7.787,90	31,82

Tabla 51 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	% ¹¹	€/año	€ ¹²	años	Ton/año
1.994,02	49,7%	244,76	7.787,90	31,82	0,80

Tabla 52 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.

¹¹ Sobre el consumo eléctrico anual

¹² Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

JEFATURA – 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	16,80	17,30	2,02	2,67	1,62	1,70
Propuesto	20,00	23,00	3,21	3,41	3,21	3,41

Tabla 53 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	3.448,25 €
	Unidad interior	1.337,05 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	1.631,00 €
	Instalación eléctrica y de control	171,60 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	1.200,00 €
	TOTAL	7.787,90 €

Tabla 54 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)	(kWh/año)	(kWh/año)	(kWh/año)	(kWh/año)	(€/año)	(€)	(años)
2.809,00	3.821,88	4.008,40	2.014,37	1.994,02	244,76	7.787,90	31,82

Tabla 55 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	% ¹³	€/año	€ ¹⁴	años	Ton/año
1.994,02	49,7%	244,76	7.787,90	31,82	0,80

Tabla 56 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.

¹³ Sobre el consumo eléctrico anual

¹⁴ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

BIBLIOTECA, HABITACIONES 1 Y 4 – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – MultiSplit - Conductos

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	16,80	17,30	2,02	2,67	1,62	1,70
Propuesto	20,00	23,00	3,21	3,41	3,21	3,41

Tabla 57 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	3.448,25 €
	Unidad interior	1.337,05 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	1.631,00 €
	Instalación eléctrica y de control	171,60 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	1.200,00 €
	TOTAL	7.787,90 €

Tabla 58 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)					
2.809,00	3.821,88	4.008,40	2.014,37	1.994,02	244,76	7.787,90	31,82

Tabla 59 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	% ¹⁵	€/año	€ ¹⁶	años	Ton/año
1.994,02	49,7%	244,76	7.787,90	31,82	0,80

Tabla 60 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.

¹⁵ Sobre el consumo eléctrico anual

¹⁶ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

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 12 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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

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 (CO₂).

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.

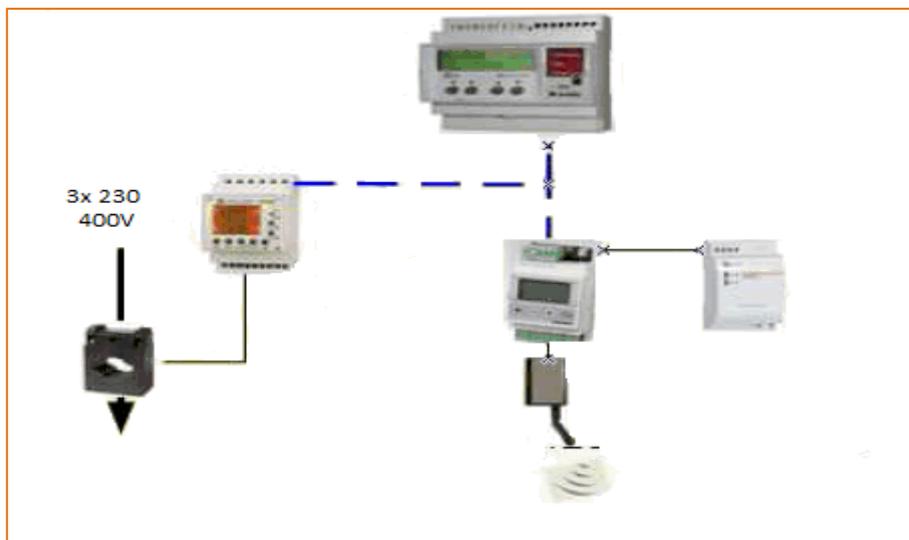


Imagen 13 Esquema de sistema de monitorización

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

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 €.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS	1306
		09
		Rev.06

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:

- 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 ₂ evitadas
	kWh	% ¹⁷	€/año	€ ¹⁸	años	Ton/año
Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	17.235	56,39	2.267,52	24.116,93	10,64	6,88
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	2.793,19	-	-	-
TOTAL ELÉCTRICAS	17.235	56,39	5.060,71	24.116,93	4,76	6,88

Tabla 61 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

A continuación se resumen los resultados alcanzados con la aplicación de la medida de sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante desarrollada en el apartado de **instalaciones térmicas**:

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	% ¹⁹	€/año	€ ²⁰	años	Ton/año
9.001,11	62,4 %	1.104,86	4.550,15	4,12	3,59

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

- Implantación de sistemas de regulación y control de la iluminación interior en zonas de uso intermitente como pasillos y vestuarios.
- Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.
- En el marco de la integración actual de las soluciones TIC asociadas a la gestión y control de consumos de edificios, se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo tanto térmico como eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación.

¹⁷ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

¹⁸ Todos los precios son sin IVA

¹⁹ Sobre el consumo eléctrico anual

²⁰ Todos los precios son sin IVA