






INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Oficinas de recaudación)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_71_20151104

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

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....	4
1.1 Datos generales del centro	4
1.2 Planos y distribución	5
1.3 Envolverte y cerramientos.....	7
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	8
1.4.1 Producción de frío y calor para climatización	8
1.4.2 Unidades Terminales.....	10
1.5 Iluminación.....	14
1.5.1 Iluminación interior.....	15
1.5.2 Iluminación exterior	16
1.5.3 Sistemas de control	16
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	16
1.6 Otros equipos	16
1.7 Resumen de potencias instaladas	17
2. CONSUMOS ANUALES.....	18
2.1 Consumos eléctricos	18
2.2 Consumos térmicos.....	20
2.3 Consumos energéticos totales	20
2.4 Índices energéticos.....	21
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	21
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	21
3. MEDICIONES REALIZADAS	22
3.1 Medidas eléctricas.....	22
3.1.1 Registros trifásicos	22
3.1.2 Registros monofásicos.....	25
3.2 Medida de nivel de iluminación	27
3.3 Medidas térmicas.....	28
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	28
3.4 Análisis termográfico.....	32
3.5 Certificación energética	32
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	33
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	33
4.2 Desglose de consumos térmicos	34

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

4.3	Contribución de energías renovables	34
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	35
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED.....	35
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	36
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	36
6.2	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante	38
6.3	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	39
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	41
7.1	Energía solar térmica.....	41
7.2	Biomasa	41
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	41
8.	RESUMEN	43

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	OFICINAS DE RECAUDACION
Dirección	AV PABLO RUIZ PICASSO 12 CJTO SAN LUIS
Tipo de edificio	Edificio Administrativo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	JOSE MANUEL FERNANDEZ MENA (JEFE DE OFICINA) Tlf: 951 95 73 28
Número de edificios	1

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones de las **Oficinas de Recaudación** que se han auditado se encuentran situadas en la **Avenida Pablo Ruiz Picasso** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**.



Imagen 1 Vista general de las Oficinas de Recaudación



Imagen 2 Vista aérea de las Oficinas de Recaudación

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN		1306
			71
			Rev.05

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Útil m2	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	1	169,12	9	SEPT-JUNIO 07:45-15:15 JUL-AGOST 07:45-14:15	1987	2008-	-

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

En el año 2008 se reformó el local para alojar las oficinas y se instalaron los equipos de frío y calor así como una reforma de la instalación eléctrica.

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Zona oficinas	8	SEPT-JUNIO 07:45-15:15 JUL-AGOST 07:45-14:15	Administrativo
Despacho	1	SEPT-JUNIO 07:45-15:15 JUL-AGOST 07:45-14:16	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 (m2)	Sup. Total (m2)
Administrativo	154	154
Aseos	3	3
No habitable	12	12
Sup. Total	169	169

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 fines administrativos abarca el 91% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre aseos y zonas comunes.

Superficie según usos

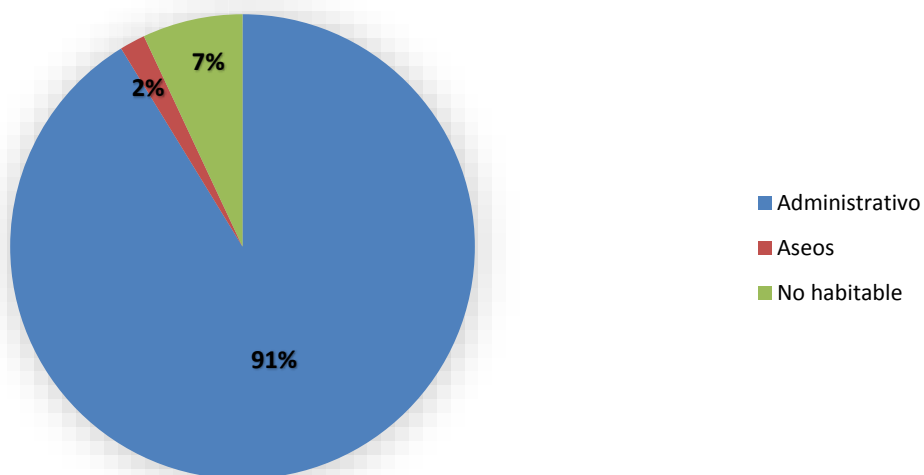
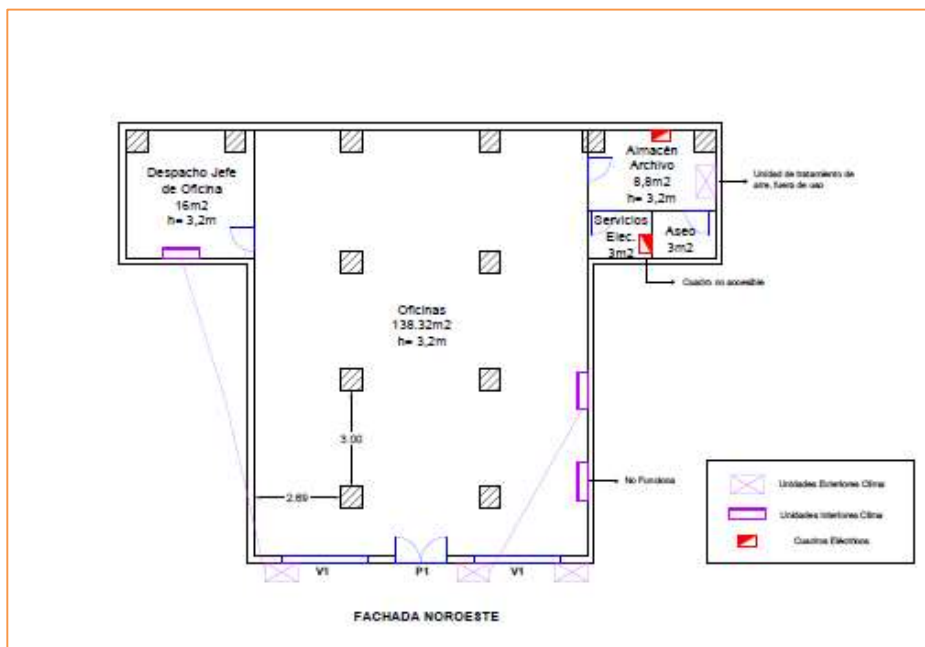


Gráfico 1 Superficie según Usos

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



Plano 1 Planta Baja

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

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 1987; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

El conjunto de San Luis es un edificio propiedad del ayuntamiento que fue construido en 1987, dos años más tarde, en 1989, uno de sus bajos es cedido al patronato de recaudación de Málaga y se reforma para acoger oficinas. En 1998 se hace una segunda reforma para instalar equipos de climatización, y en 2008 un cambio en la distribución interna derivó en una modificación de la instalación eléctrica, lo que permitió además aumentar la potencia.

Las oficinas de recaudación se alojan en un local de planta baja de 169m², en su mayoría diáfano, con dos pequeñas divisiones laterales. El acceso a estas se encuentra en su única fachada que da a la Av Pablo Ruiz Picasso, con orientación noroeste.

Las fachadas de estas oficinas presentan zonas rematadas con revoco blanco con retranqueo en sus cerramientos.

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



Imagen 3 Carpintería Exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

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

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

El centro no cuenta con sistemas de producción-acumulación de agua caliente sanitaria, ya que no existe demanda de este servicio.

1.4.1 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
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada	Fachada	Fachada
Zona de tratamiento	Oficinas centrales	Oficinas centrales	Despacho Jefe de Oficina
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo func.	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	TRANE	TRANE	MITSUBISHI DAIYA
Modelo	TWK 530NB00CB	TWK 524PB0EAB	SRC288HENF-L
Refrigerante	R22	R22	R22
Tipo unidad interior	Techo	Pared	Pared
Año de instalación	1998	1998	1998
Potencia Frigorífica (kW)	8,30	6,40	2,50
Potencia Abs. Frío (kW)	3,30	2,70	1,01
EER	2,52	2,37	2,49
Potencia Calorífica (kW)	9,30	7,50	3,00
Potencia Abs. Calor (kW)	2,92	2,21	0,91
COP	3,18	3,39	3,30

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

Nº generador	1	2	3
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Abril	Abril	Abril
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	07:45-15:15	07:45-15:15	07:45-15:15
Sistema de gestión centralizado	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual
Observaciones	-	Fuera de servicio	Genera niveles de ruido elevados

Tabla 5 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización



Imagen 4 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Tipo 1



Imagen 5 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Tipo 2



Imagen 6 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Tipo 3

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

Calefacción	12,30 kW
Refrigeración	10,80 kW

Tabla 6 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

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

El sistema de climatización por conductos hasta los elementos de difusión de aire pertenece al antiguo sistema de climatización y está anulado.

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

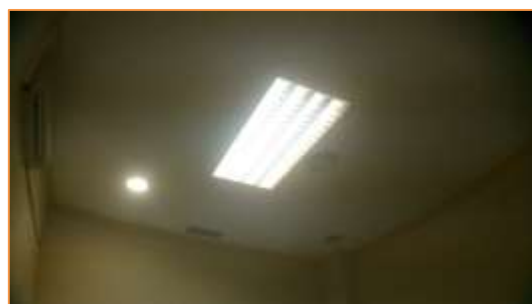
	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05



*Imagen 7 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Unidades de pared** - Oficina central*



*Imagen 8 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Unidades de pared y techo**- Oficina central*



*Imagen 9 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Unidad de pared** – Despacho Jefe de oficina*

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	154,32	12,30	79,70
Total	154,32	12,30	79,70

Tabla 7 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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



Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

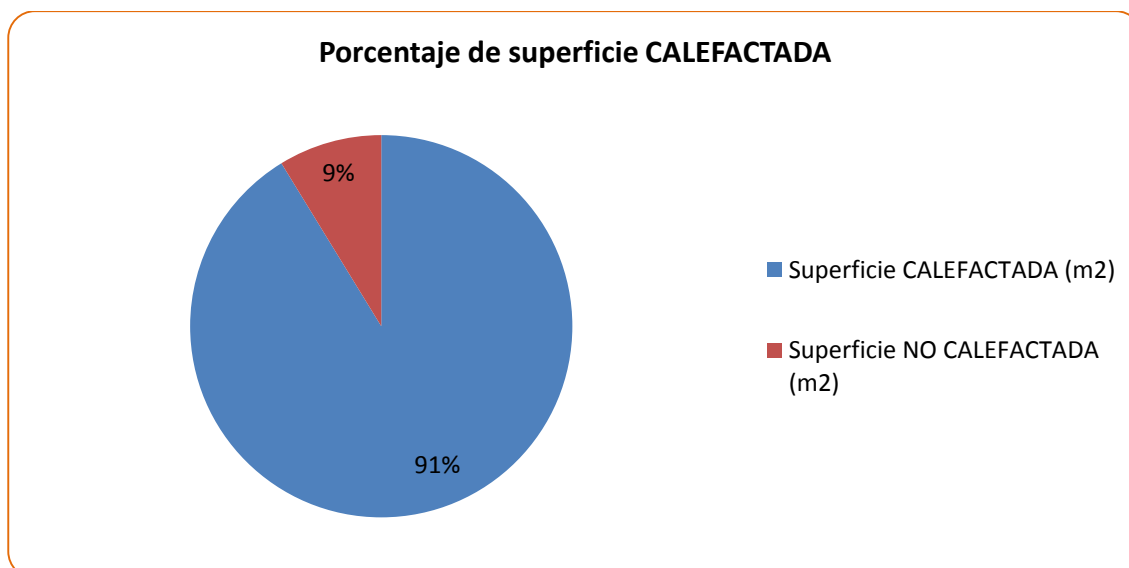


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	154,32	10,80	69,98
Total	154,32	10,80	69,98

Tabla 8 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

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

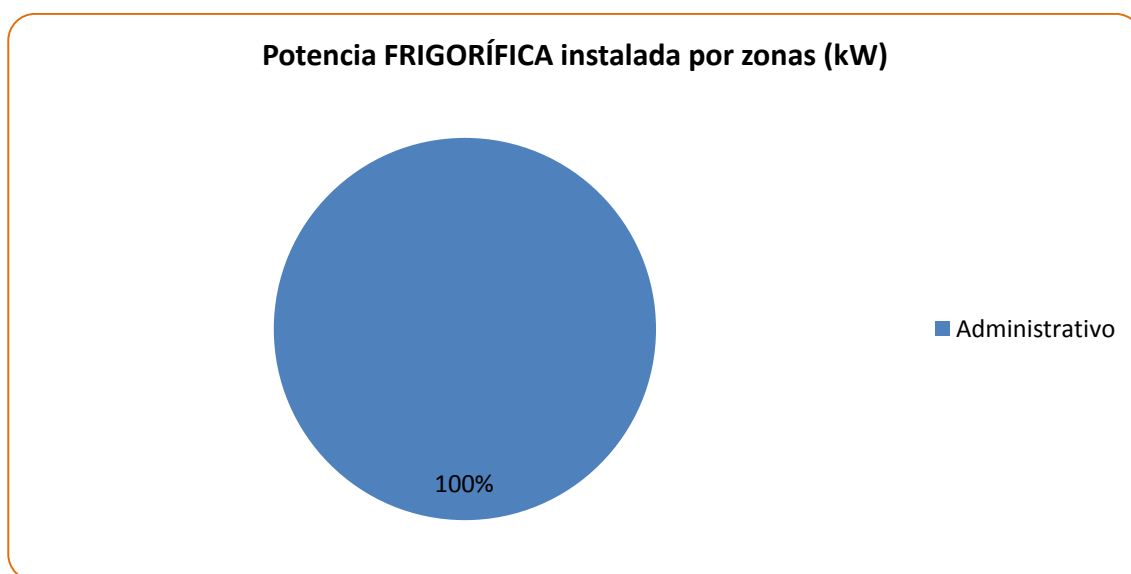


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

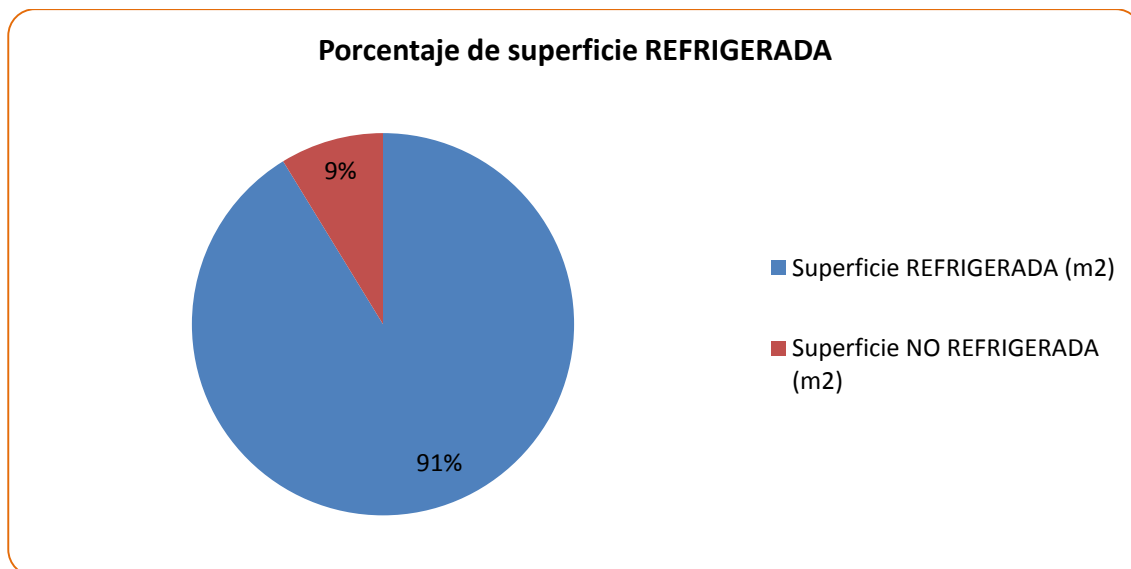


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 2,94 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.



Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

En el siguiente gráfico se muestran los distintos tipos de lámparas instalados y el porcentaje que cada uno de ellos representa en el conjunto del centro

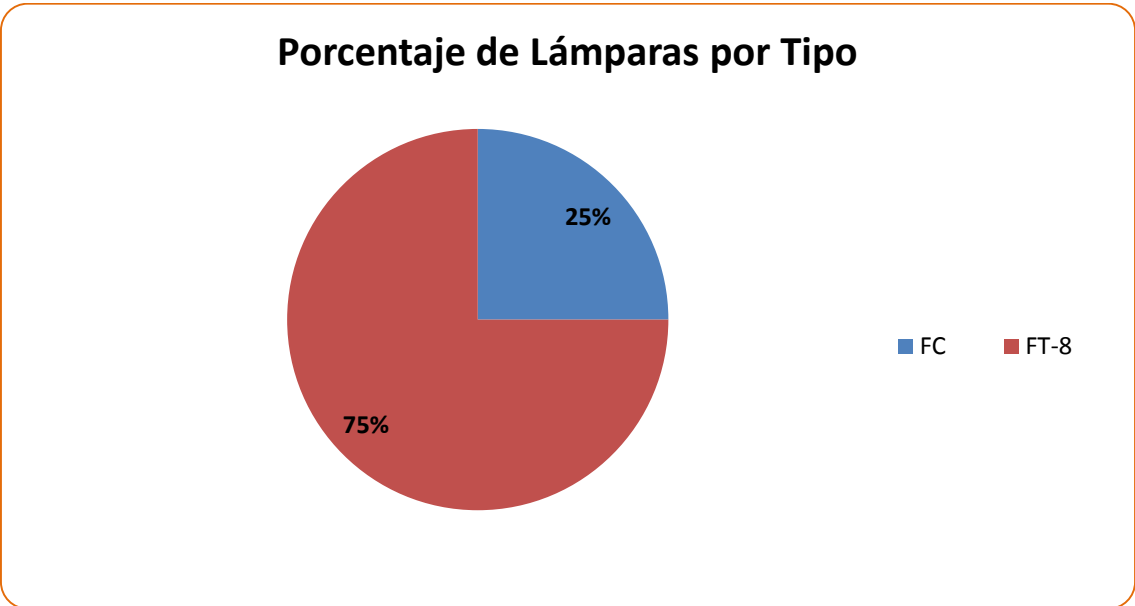


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

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

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

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
EM	16	2,42
FT-8	16	2,42
4	13	2,25
36	13	2,25
2	1	0,04
18	1	0,04
3	2	0,13
18	2	0,13
EL	10	0,52
FC	10	0,52
2	10	0,52
26	10	0,52
Total general	26	2,94

Tabla 9 Resumen de lámparas instaladas

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



	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

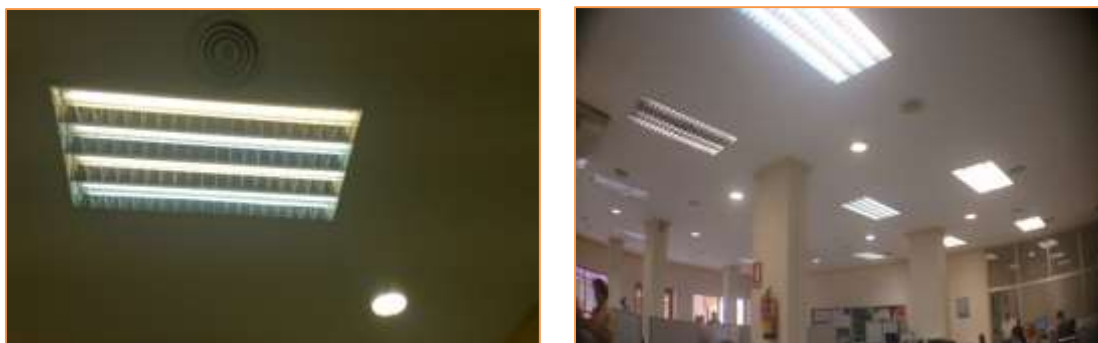


Imagen 10 Tipos de luminarias instaladas

1.5.2 Iluminación exterior

Las oficinas no constan con ningún tipo de alumbrado exterior.

1.5.3 Sistemas de control

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

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Dado que las secciones de iluminación del edificio se activan de forma manual, las condiciones de funcionamiento están relacionadas directamente con el periodo de ocupación. Por este motivo se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas para determinar el perfil de comportamiento.

1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Electrodoméstico	2	1,4
Microondas	1	1,2
Nevera pequeña	1	0,2
Informático	25	8,4
Impresora	10	3,7
Ordenador sobremesa	10	3
Fotocopiadora	1	1,1
Fax	4	0,6
Otros	1	0,45
Servidor	1	0,45
Sonido	11	0,48
Radio-CD	1	0,04
Altavoz de Techo	8	0,4
Altavoz PC	2	0,04
Producción Frío y Calor	3	7
Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	3	7
Total general	42	17,73

Tabla 10 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.

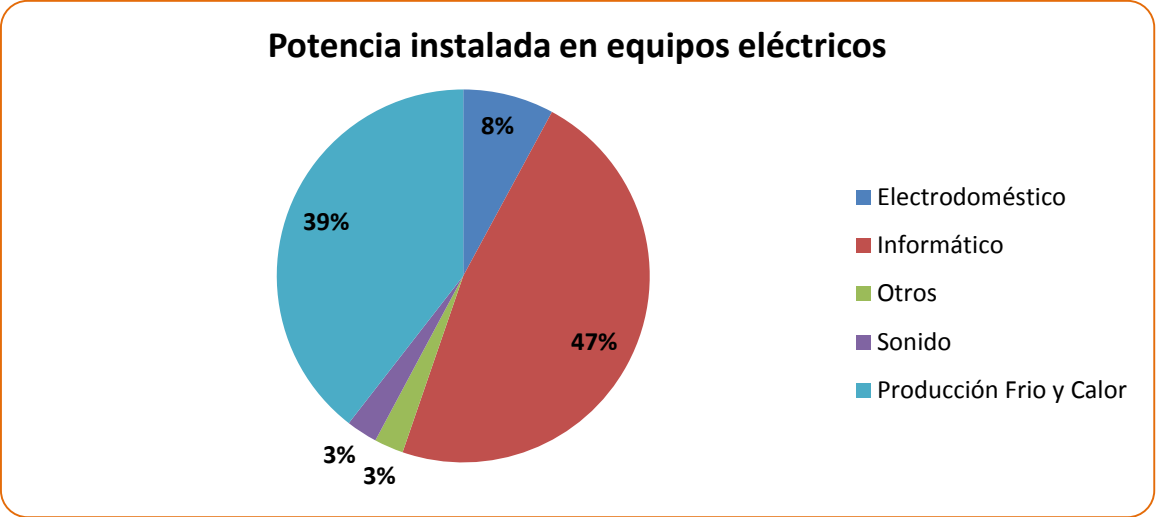


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

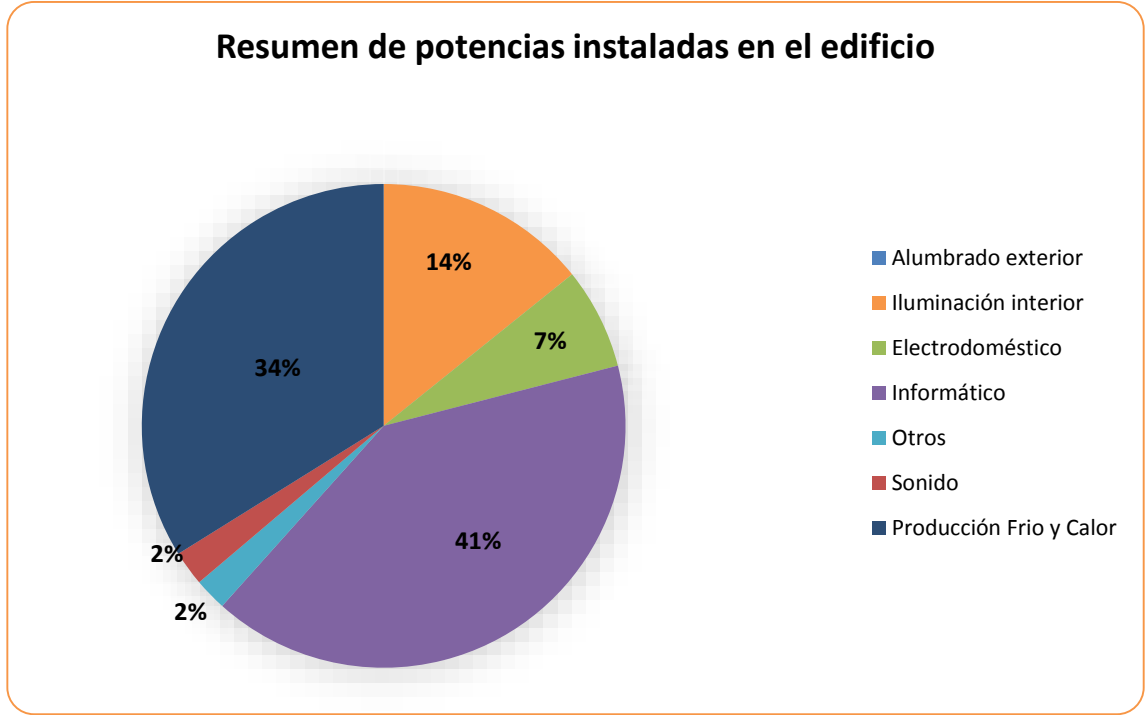


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

2. CONSUMOS ANUALES

2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

Las condiciones de contratación a fecha de enero de 2015 se muestran a continuación:

CUPS	ES0031103022804001JD0F	Tarifa de acceso	2.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
		P1	
Potencia contratada (kW)		5,75	
Término de potencia (€/kW año)		42,043426	
Término de energía (€/kWh)		0,121386	

Se ha realizado un análisis de los consumos eléctricos a partir de los datos de las facturas eléctricas recibidas. El periodo estudiado corresponde desde Enero de 2014 hasta Enero de 2015.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
13/01/2014	11/03/2014	488	//	0,00	91,73
11/03/2014	09/05/2014	426	//	0,00	88,38
09/05/2014	10/07/2014	427	//	0,00	91,61
10/07/2014	11/09/2014	642	//	0,00	127,12
11/09/2014	10/11/2014	391	//	0,00	96,14
10/11/2014	10/01/2015	299	//	0,00	99,76

Tabla 11 Facturación eléctrica

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

Tras analizar la facturación se observa que el centro posee una **potencia contratada de 5,75 kW** en una **tarifa 2.0A**, sin embargo la potencia que el centro demanda es bastante mayor que la contratada, esto se ha podido observar en la medición realizada por el equipo trifásico instalado durante una semana en el centro, el cual registro máximos superiores a 9 kW.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

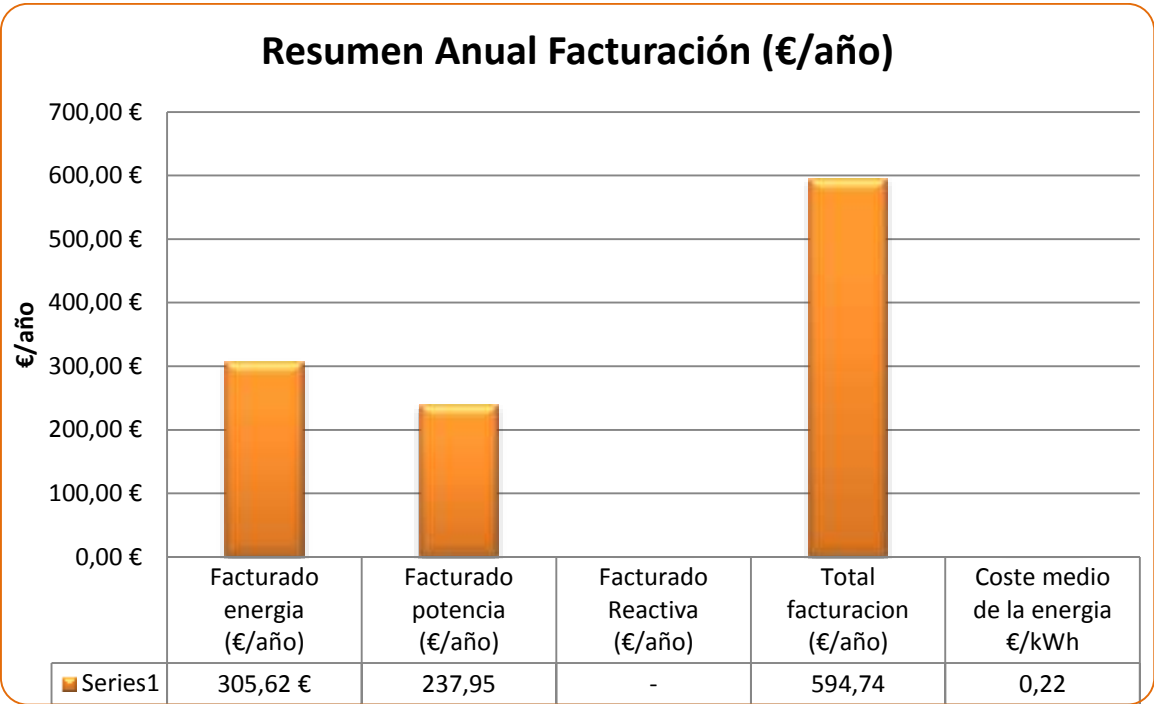


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

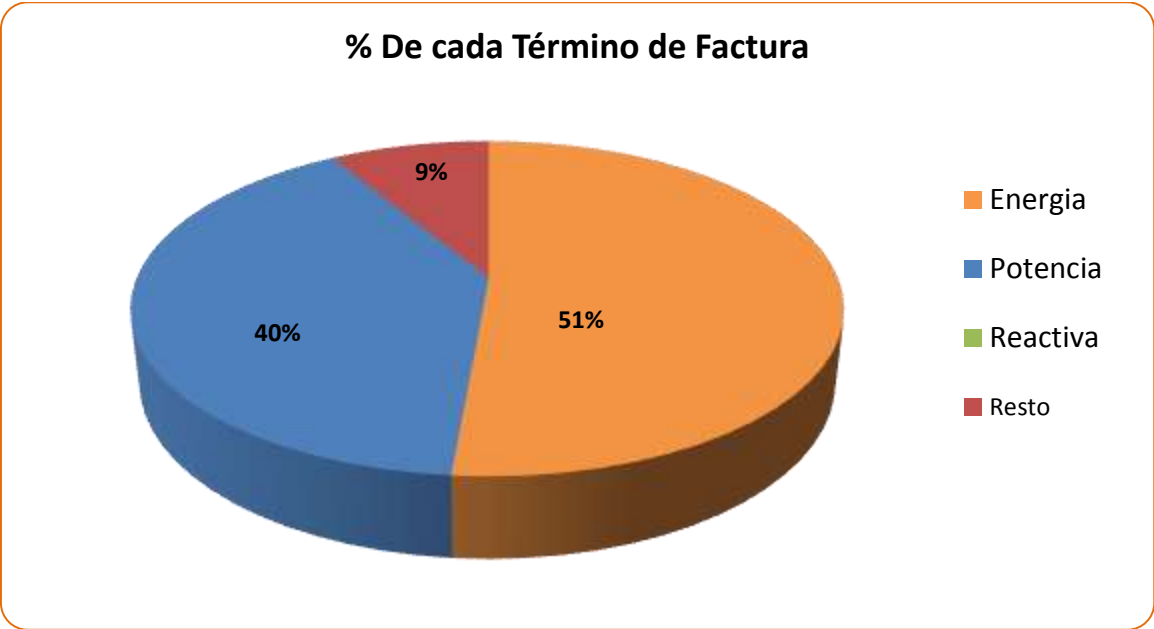


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

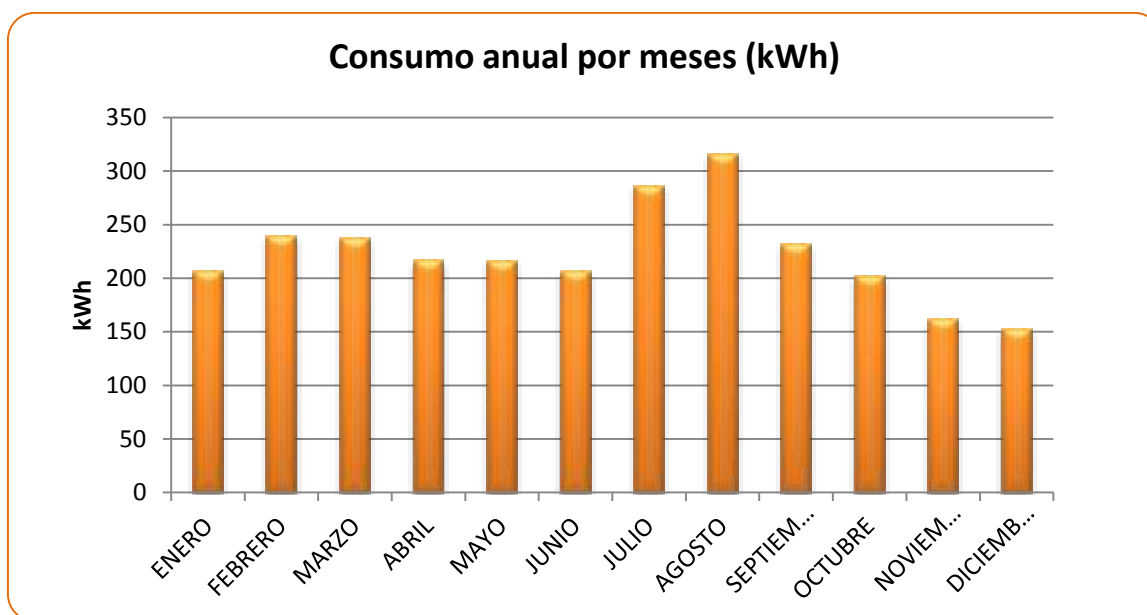


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	2.673
Total Facturación (€)	594,74
Media mensual de consumo (kWh/mes)	223
Media mensual de coste (€/mes)	49,56
Coste medio energía (€/kWh)	0,222

Tabla 12 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)	2.673	-	2.673
Coste (€/año)	594,74	-	594,74

Tabla 13 Consumos energéticos anuales totales

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

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 Enero de 2014 y Enero de 2015.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	9,00
Superficie total (m ²)	169,12
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	2,94
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	-
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	17,73
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	20,67

Tabla 14 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	2.673
€/kWh	0,22
kWh/m ² Total	15,81
€/m ² Total	3,52
kWh/persona uso	297,00
€/persona uso	66,08
Ton CO ₂ /año	1,07
Kg CO ₂ /m ²	6,31
Pot. Iluminación en W/m ²	17,38

Tabla 15 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

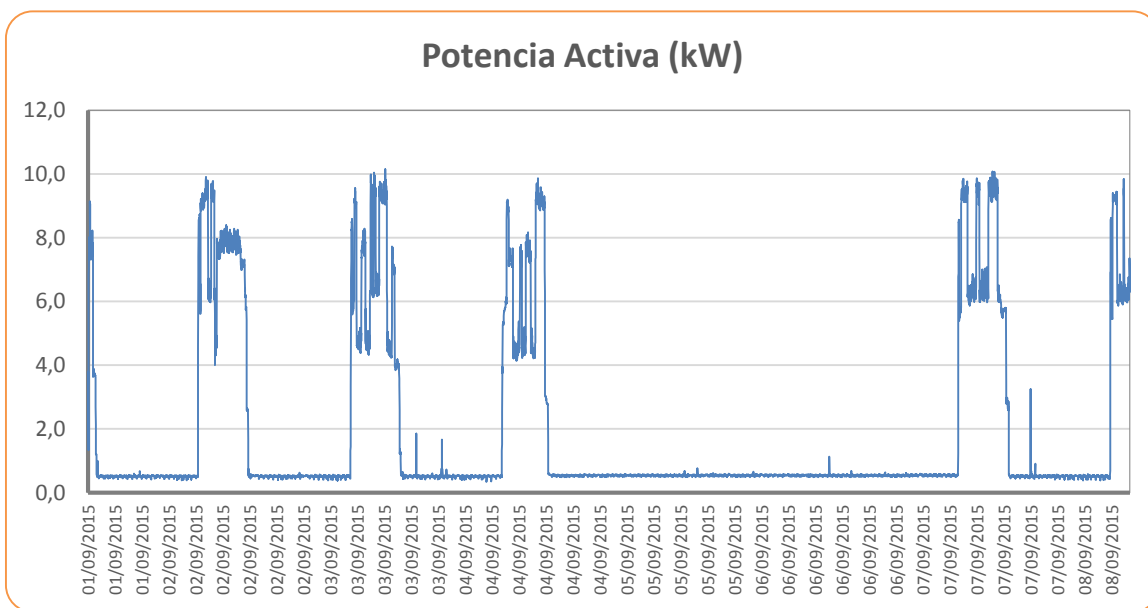


Gráfico 13 Datos de registro de potencia activa desde el 01/09/2015 al 08/09/2015

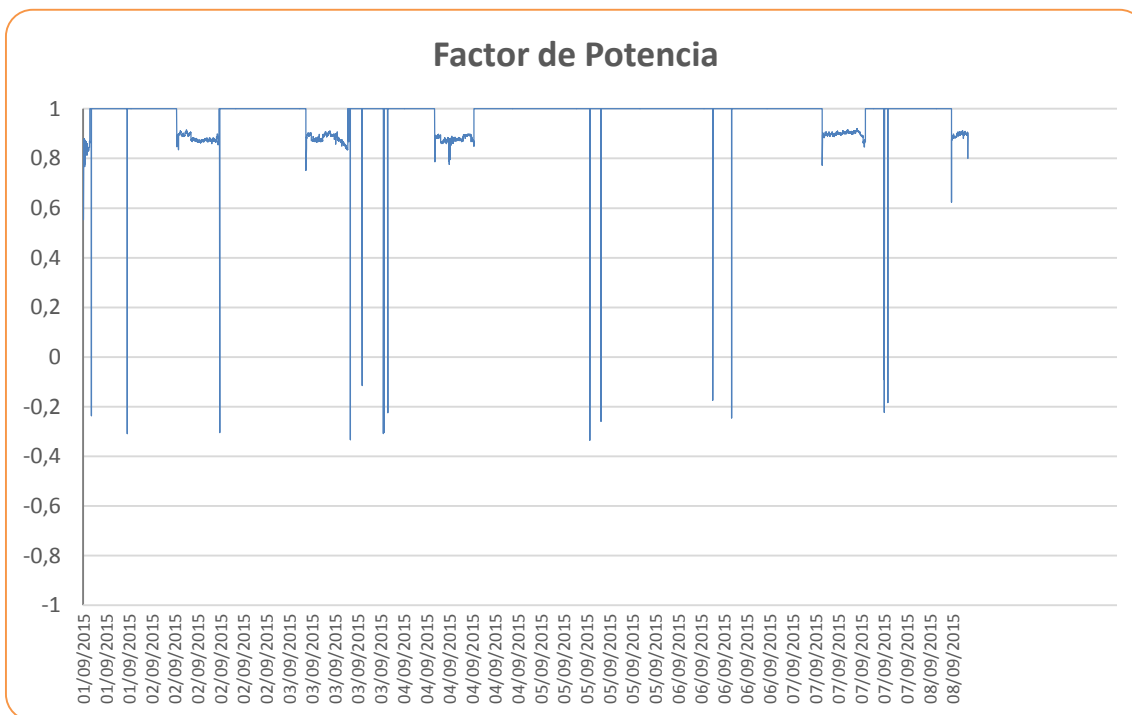


Gráfico 14 Factor de potencia trifásico registrado

Potencia Registrada en días Laborales (kW)

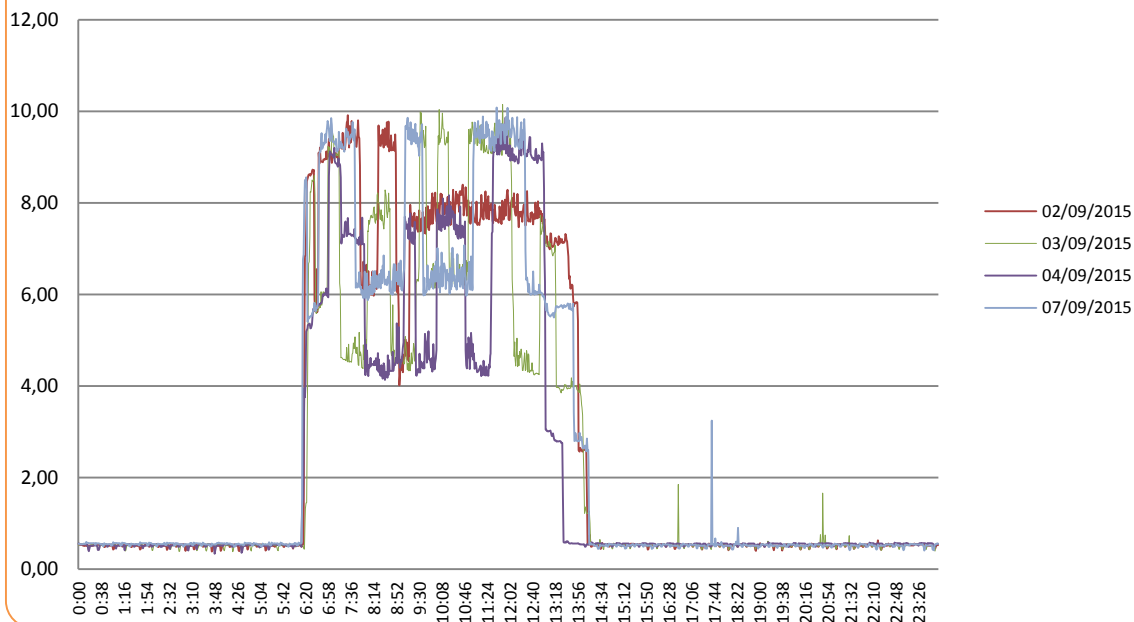


Gráfico 15 Potencia registrada en días laborales(kW)

Potencia Registrada en días no Laborales (kW)

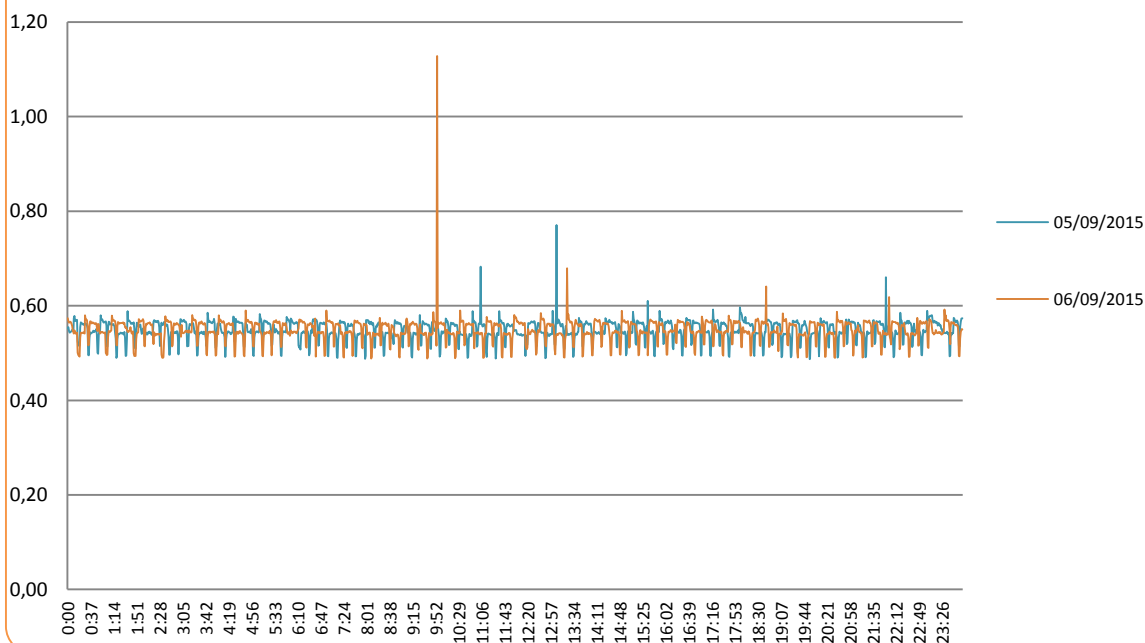


Gráfico 16 Potencia registrada en días no laborales (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se

observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 0,4 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días laborables son muy homogéneos con una potencia máxima de 9,12 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 15:00.

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos.

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

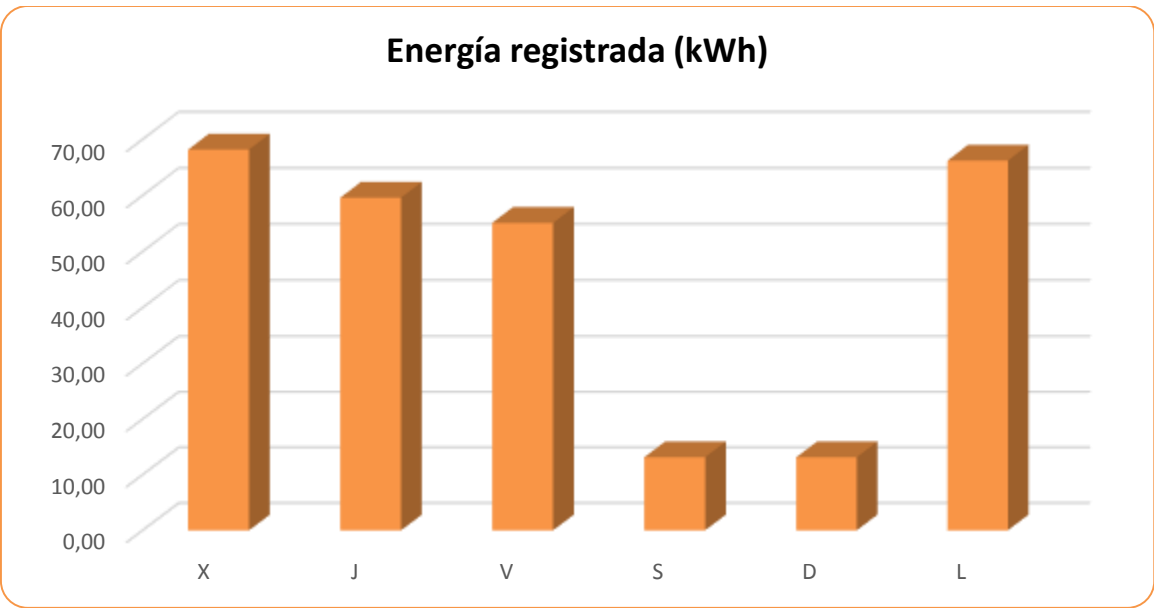


Gráfico 17 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborales es de 62,28 kWh y durante los días festivos de 13,15 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 1.475,46 kWh para el mes de Septiembre. No se puede realizar una comparación del consumo registrado con el facturado, ya que el contrato de suministro no es correspondiente al edificio.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- Archivo, Aseo y Jefe de Oficina

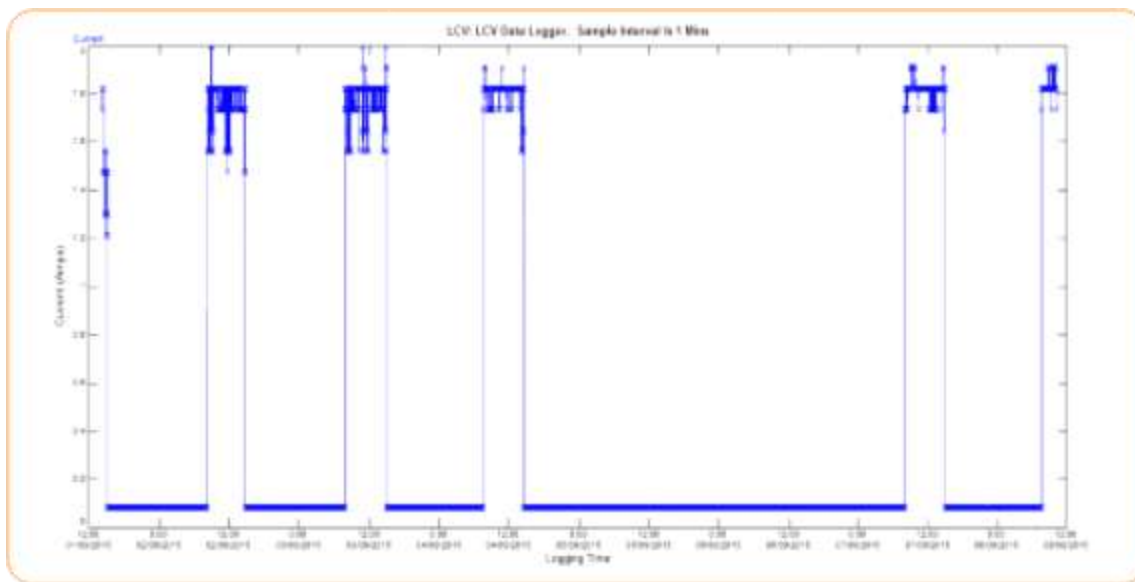


Gráfico 18 Registro de monofásico instalado en archivo, aseo y jefe de oficina

- Oficinas

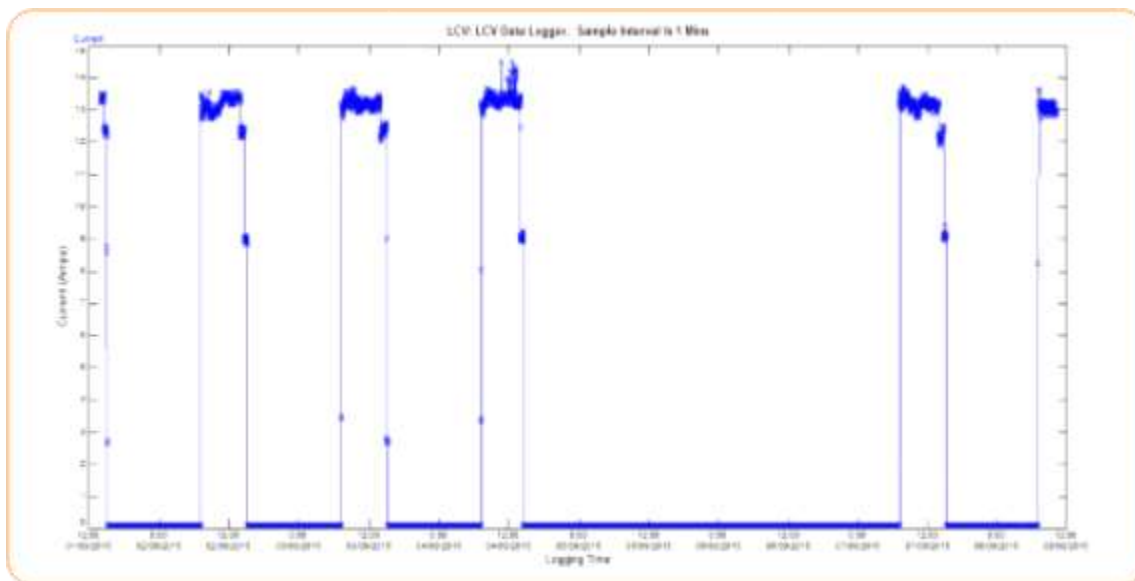


Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en oficinas

- **Oficinas**

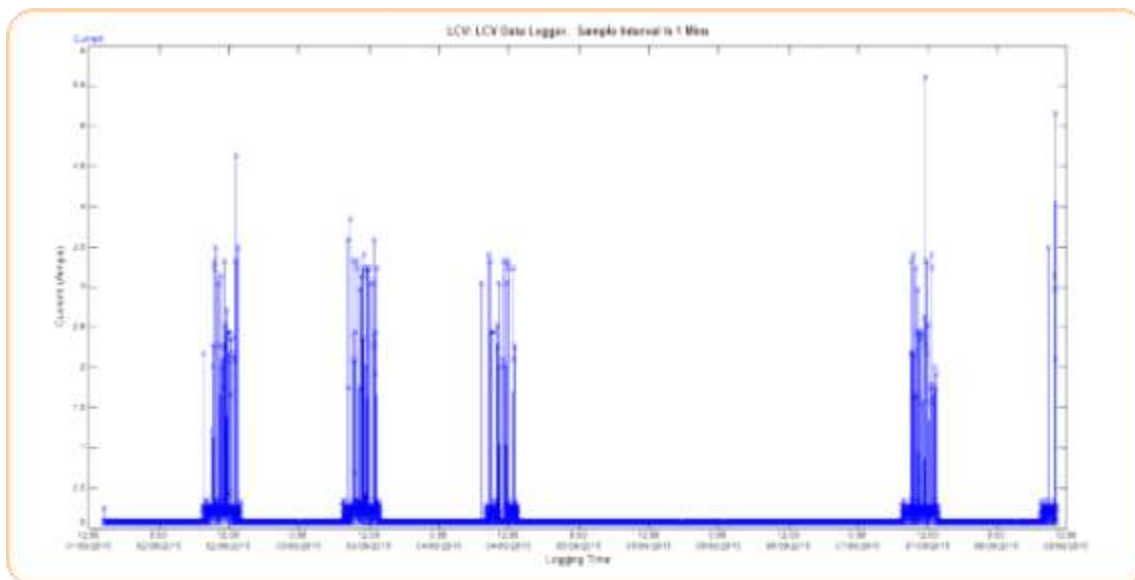


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en oficinas

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

- Archivo y despacho de oficina: 6 h
- Oficinas: 6,9 h.
- Oficinas: 0,3 h.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

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^2)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
0	Oficinas	2480	138,32	520	500	3,45
0	Servicios-Eléctricos	64,8	3,00	241	100	8,96
0	Despacho Jefe de Oficina	224,8	16,00	273	250	5,15
0	Aseo	43,2	3,00	346	150	4,16

Tabla 16 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia son acordes a los recomendados.

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 17 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 01/09/2015 y 08/09/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Oficinas centrales (Planta baja)**

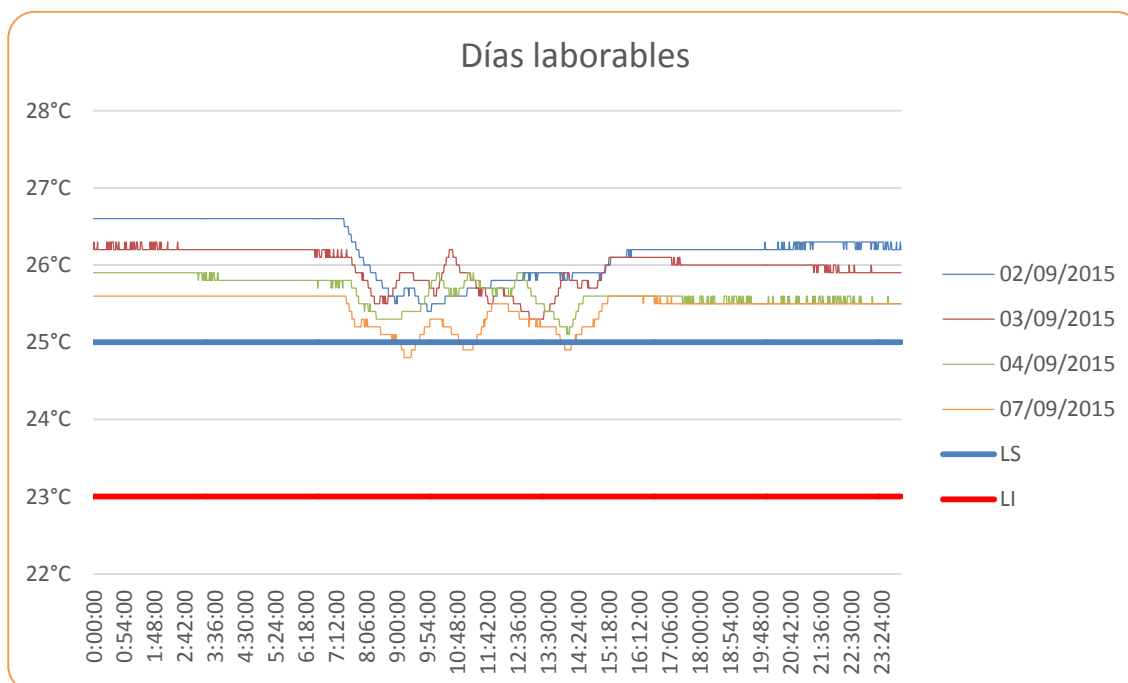


Gráfico 21 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables

Festivos y fines de semana

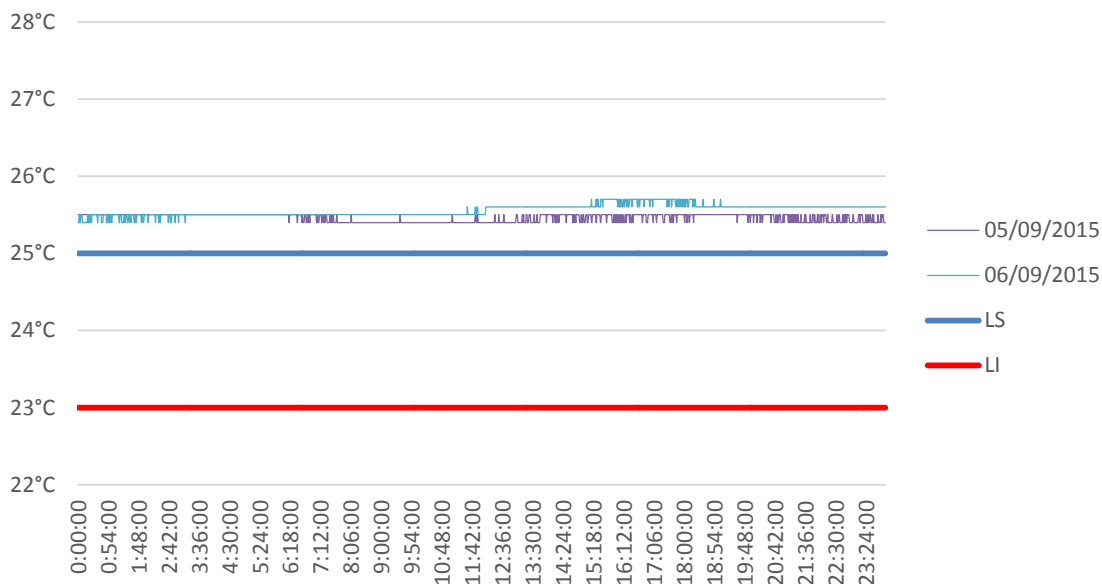


Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

Días laborables

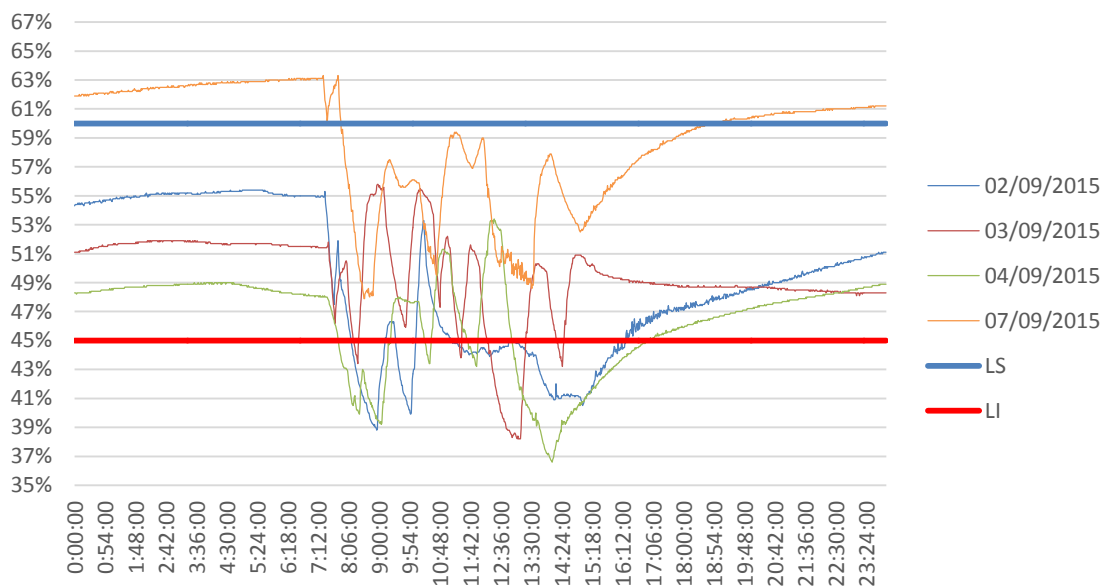


Gráfico 23 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables



Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

Esta zona se trata mediante un sistema autónomo split 1x1 tipo bomba de calor con unidad interior de tipo pared.

La temperatura comienza a descender desde los 26-27°C a partir de las 7:35h de la mañana, coincidiendo con el inicio de la jornada laboral y con la activación del sistema de climatización. A las 09:00h se alcanzan los 25-26°C y a partir de este momento la temperatura se mantiene uniforme hasta las 15:15h., cuando comienza incrementarse coincidiendo con la finalización de la jornada laboral y con la desactivación del sistema de climatización. Por lo tanto, la temperatura supera los 25°C reglamentarios durante una parte del periodo de ocupación, lo que indica un aporte frigorífico insuficiente en esta zona, aunque no es significativo.

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

La humedad se sitúa por debajo del límite inferior requerido por la normativa (45%) durante una parte del horario de ocupación, oscilando entre el 40 y 55%.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes, aunque no significativas.** En general las temperaturas se encuentran entre los 25°C y los 26°C durante los periodos de ocupación, lo cual indica un aporte insuficiente de refrigeración en esta zona, encontrándose la temperatura por encima del límite superior establecido por el RITE (25°C) durante una parte de dicho periodo de ocupación.
- ☐ En general, **no se mantiene encendida la refrigeración fuera del horario de ocupación ni durante los fines de semana.**

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

- ❑ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, disminuyendo a partir de las 7:35, cuando entra en funcionamiento el sistema de climatización, hasta las 15:15 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 D.

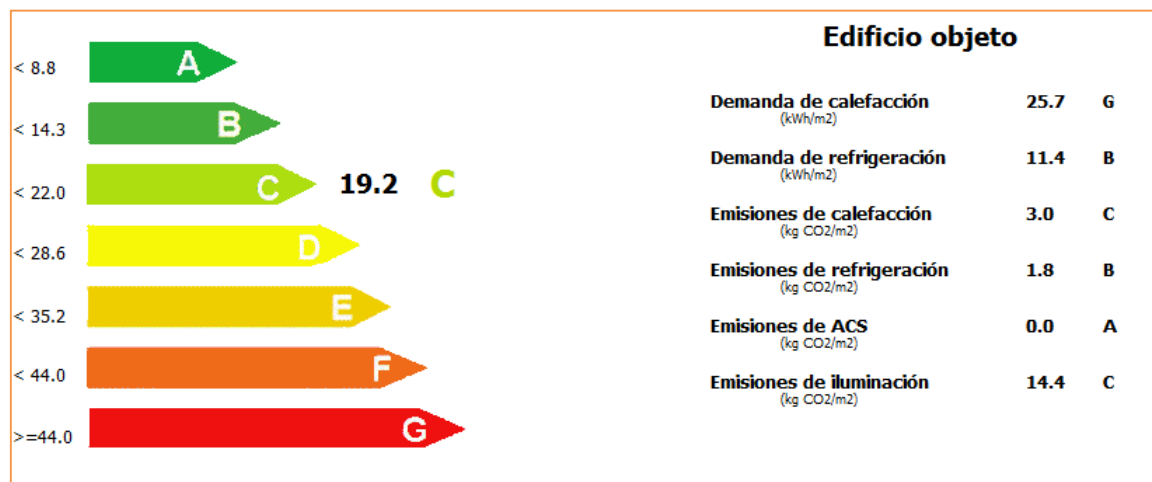


Imagen 11 Etiqueta Certificado Energético

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

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

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

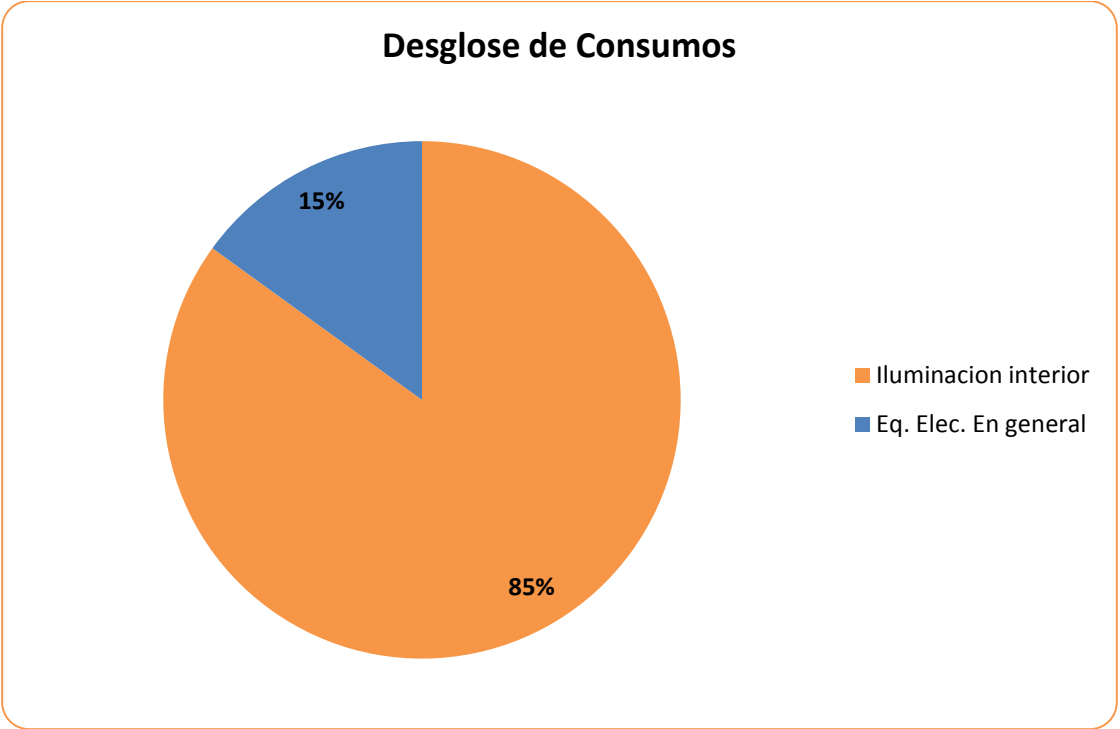


Gráfico 25 Desglose de consumos eléctricos

Al tratarse de un edificio de poco tamaño y con pocos equipos eléctricos que puedan generar un consumo eléctrico cuando este fuere de uso, el remanente de la instalación es despreciable.

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

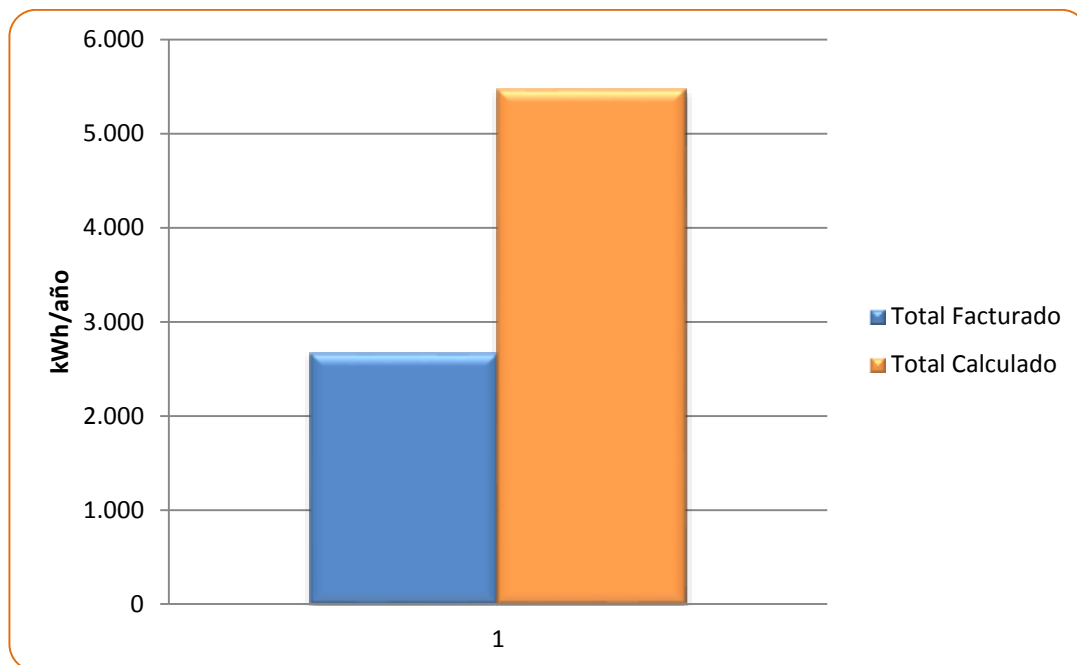


Gráfico 26 Desglose de consumos por periodo

Tras analizar la facturación y los registros eléctricos realizados, verificamos que el contrato de suministro no corresponde con el edificio a auditar, motivo por el que el desvío que se observa en el gráfico respecto al consumo facturado es elevado.

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.

 SONINGEO ENERGY SERVICIOS ENERGÉTICOS	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

5. ACTUACIONES PROPUESTAS

5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED.

Debido al estado actual de la facturación eléctrica, no se puede proponer una mejora en la instalación actual, ya que los consumos facturados actuales, no se asemejan a los consumos eléctricos reales.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		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 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 OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

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 OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

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).

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

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.

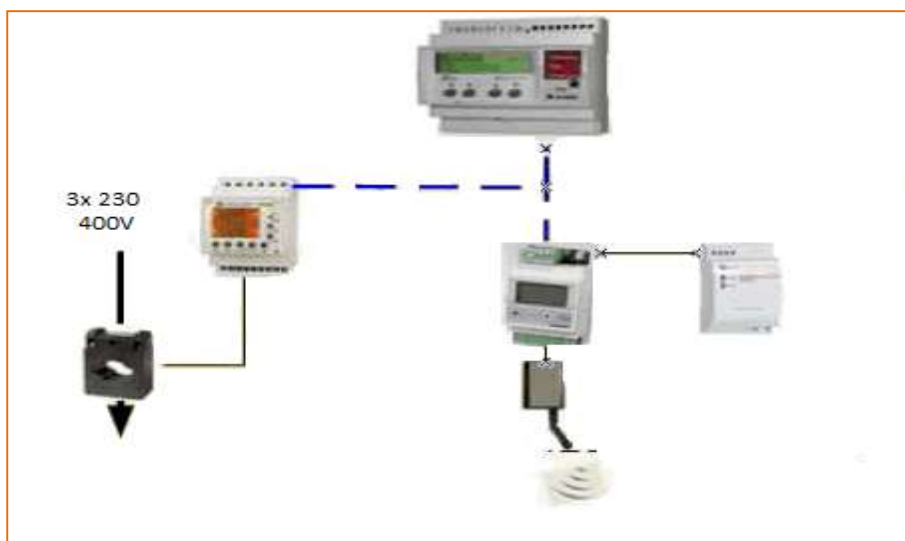


Imagen 13 Esquema de sistema de monitorización

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 OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

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 OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación al no existir en el centro demanda de agua caliente sanitaria (ACS).

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

La incertidumbre existente actualmente en España en relación a la regulación de la generación eléctrica mediante fuentes renovables y el nuevo sistema de retribución basado en un precio de mercado más unos incentivos variables en base a diferentes tipologías de instalaciones, ha dejado prácticamente como única alternativa viable la instalación fotovoltaica de autoconsumo con inyección cero a la red, donde los excedentes producidos en lugar de verterlos a la red, se limitan.

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo de estas características se encuentran los siguientes:

- Curva de carga del edificio continua y uniforme durante la mayor parte de los días del año.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

- Espacio disponible para la ubicación de los módulos fotovoltaicos.

En este caso, al no existir en el centro una demanda eléctrica estable durante todos los días del año, la implantación de un sistema de energía solar fotovoltaico de este tipo llevaría asociado un periodo de retorno muy elevado. Por este motivo no se aconseja la implantación de energía solar fotovoltaica en este centro.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA OFICINAS RECAUDACIÓN	1306
		71
		Rev.05

8. RESUMEN

Como se ha mencionado en apartados anteriores la facturación no se corresponde con el edificio auditado de manera que no se pueden proponer mejoras.

En el apartado de **instalaciones térmicas**, no se incluye la sustitución de los equipos de climatización con R-22 como refrigerante, ya que no se ha podido realizar el desglose de consumos al no tener la facturación correcta, 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.