

 SONINGEO ENERGY SERVICIOS ENERGÉTICOS	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06






INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Distrito 1)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_70_20151019

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.....	4
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	5
1.4.1 Producción de ACS	5
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	6
1.4.3 Unidades Terminales.....	7
1.5 Iluminación.....	11
1.5.1 Iluminación interior	12
1.5.2 Iluminación exterior	13
1.5.3 Sistemas de control	13
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	13
1.6 Otros equipos	13
1.7 Resumen de potencias instaladas	14
2. CONSUMOS ANUALES.....	15
2.1 Consumos eléctricos	15
2.2 Consumos térmicos.....	17
2.3 Consumos energéticos totales	17
2.4 Índices energéticos.....	17
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	17
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	18
3. MEDICIONES REALIZADAS.....	19
3.1 Medidas eléctricas.....	19
3.1.1 Registros trifásicos	19
3.1.2 Registros monofásicos.....	22
3.2 Medida de nivel de iluminación	24
3.3 Medidas térmicas	25
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	25
3.4 Análisis termográfico.....	28
3.5 Certificación energética	28
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	29
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	29

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

4.2	Desglose de consumos térmicos	30
4.3	Contribución de energías renovables	30
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	31
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED:	31
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	33
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	33
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	35
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	37
7.1	Energía solar térmica.....	37
7.2	Biomasa	37
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	37
8.	RESUMEN	39

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Oficina Distrito 1*
Dirección	Plaza de la Libertad, 3. San Pedro de Alcántara
Tipo de edificio	Edificio Administrativo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Daniel: 638 908293
Número de edificios	1

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **Distrito 1** que se han auditado se encuentran situadas en **Plaza de la Libertad 3** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**.

En la actualidad el local de las antiguas oficinas del distrito 1 es utilizado por la Delegación de Comercio, Turismo, Fiestas y Vía Pública".



Imagen 1 Vista general del Distrito 1



Imagen 2 Vista aérea del Distrito 1

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1		1306
			70
			Rev.06

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida. m2	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	1	157,1	14	Junio-Sept: 7:45 a 14:15. Oct-Mayo: 8:00-15:00	1975	2015	(*)

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Zona oficinas	11	Junio-Sept: 7:45 a 14:15. Oct-Mayo: 8:00-15:00	Totalidad

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

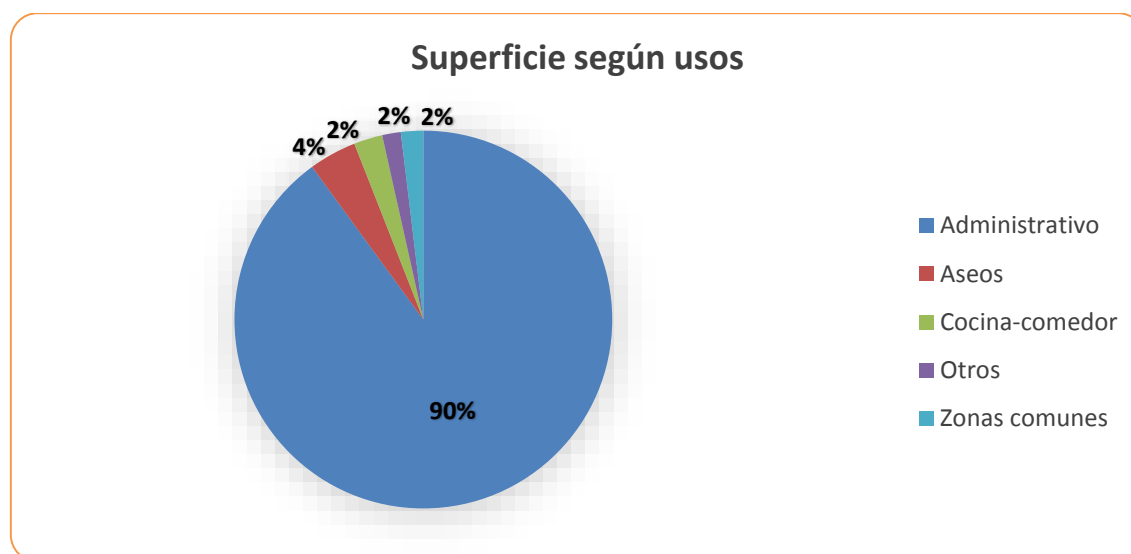
1.2 Planos y distribución

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	141	141
Aseos	6	6
Cocina-comedor	4	4
Otros	3	3
Zonas comunes	3	3
Sup. Total (m2)	157	157

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 casi toda la superficie del edificio está dedicada a uso administrativo.



	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

1.3 Envolverte y cerramientos

Desde 1957 las normas técnicas que regulaban el sector de la edificación eran las normas MV, competencia del Ministerio de la Vivienda. Esta reglamentación fue desarrollada por la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Gobernación; y concretamente se editaron entre los años 30 y 70 las siguientes normas reguladoras de la envolvente térmica:

MV 201: Muros resistentes de fábrica de ladrillo.

MV 301: Impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en **1975**; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas MV.

El local forma parte de un edificio de viviendas, del cual ocupa parte la planta baja, respecto a las fachadas podemos decir que son de revoco pintado, y las ventanas son de vidrio armado con marco metálico.

En el año 2012 se ha instalado la climatización del local, y en el año 2015 se ha modificado la instalación eléctrica por la necesidad de aumentar el número de tomas de corriente.

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

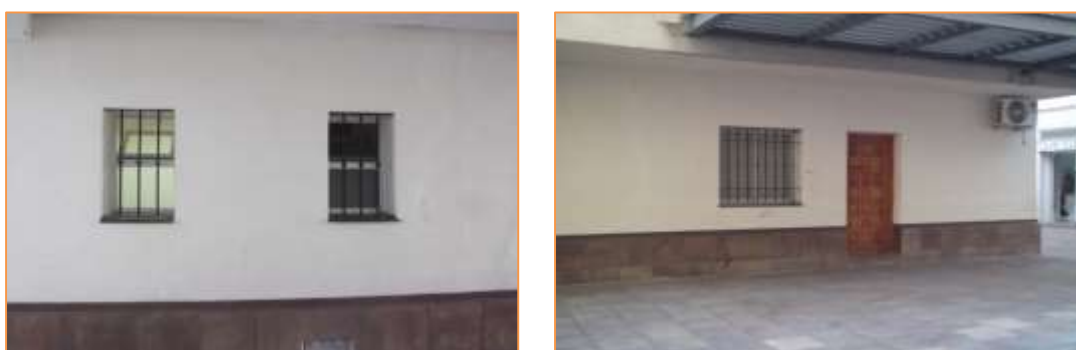


Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

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 diferentes tipologías (pared y conductos). Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

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

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se lleva a cabo de forma local mediante un termo acumulador eléctrico ubicado en los aseos.

1.4.1 Producción de ACS

A continuación se resumen las características del termo-acumulador eléctrico instalado en el centro para producción-acumulación de ACS de forma local y ubicada en los aseos:

Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
0	Aseo Caballeros	1,00	50	En servicio

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 4 Termo acumulador eléctrico

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

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
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BDC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BDC - Split 1x1
Edificio	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0
Ubicación	Fachada NE	Fachada NO
Zona de tratamiento	Fiestas	Planta completa
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionam.	Aire-Aire	Aire-Aire
Condens / Evap.	Aire	Aire
Tecnología	0	0
Marca	LG	AIRWEL
Modelo	E09EL.UA3	GCN47 NRCT 400V
Refrigerante	R410a	R410a
Tipo de unidad interior	Pared	Conductos
Potencia Frigorífica (kW)	2,50	12,35
Potencia Abs. Frío (kW)	0,69	4,40
EER	3,62	2,81
Potencia Calorífica (kW)	3,20	13,20
Potencia Abs. Calor (kW)	0,66	4,63
COP	4,85	2,85
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V
horario funcionam.	08:00-15:00	08:00-15:00
Sistema de gestión centralizado	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual
Observaciones	-	Trata a todo el edificio. En la zona de fiestas se instaló equipo autónomo al no funcionar correctamente en esta zona

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



*Imagen 5 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Fachada NE – Zona **Fiestas***



*Imagen 6 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Fachada NO – **Climatización general***

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

Calefacción	16,40 kW
Refrigeración	14,85 kW

Tabla 7 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

1.4.3 Unidades Terminales

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

Unidades interiores – Expansión directa

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

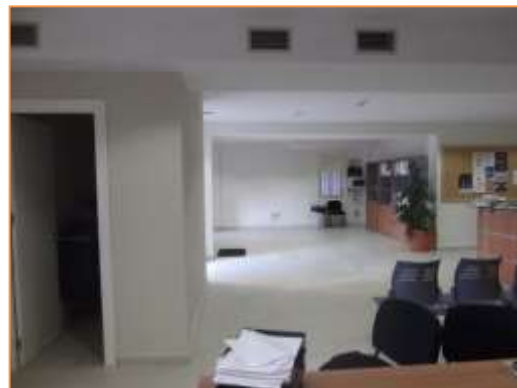
En este caso, al tratarse de sistemas de climatización partidos (tipo split 1x1), las características técnicas de la unidad interior en el apartado térmico coincidirán con las de la exterior correspondiente y están recogidas en el apartado anterior. Por otra parte, el consumo eléctrico derivado de las 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.



*Imagen 7 Tipología de **unidades interiores** instaladas – Unidad de pared - Zona Fiestas*



*Imagen 8 Tipología de **unidades interiores** instaladas – Unidad conductos en trastero – Climatización general*



*Imagen 9 Tipología de **unidades interiores** instaladas – Elementos de difusión – Climatización general*

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	141,35	15,64	110,65
Cocina-comedor	3,85	0,43	110,92
Zonas comunes	3,00	0,33	110,92
Total	148,20	16,40	110,66

Tabla 8 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

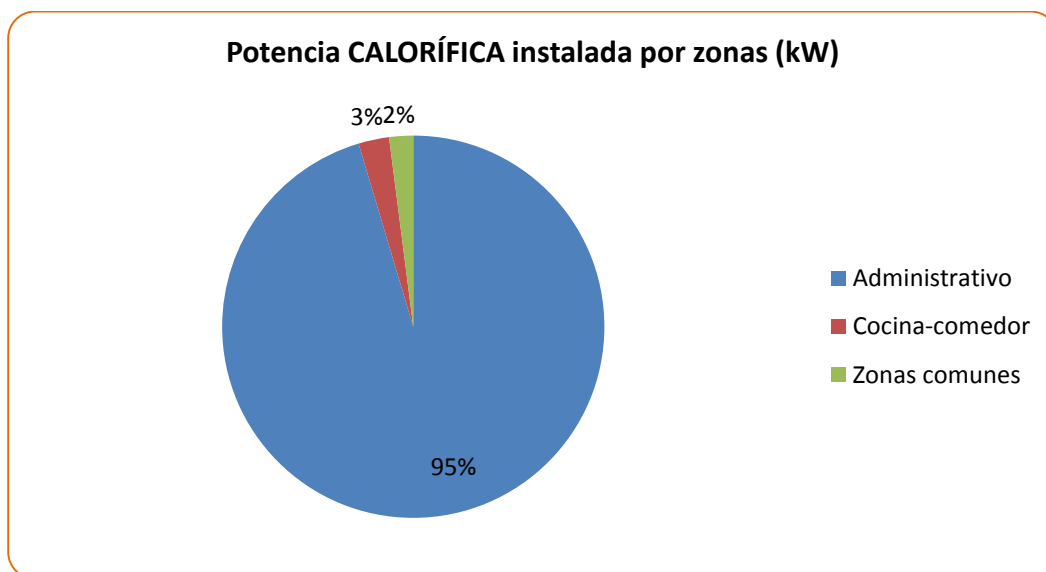


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

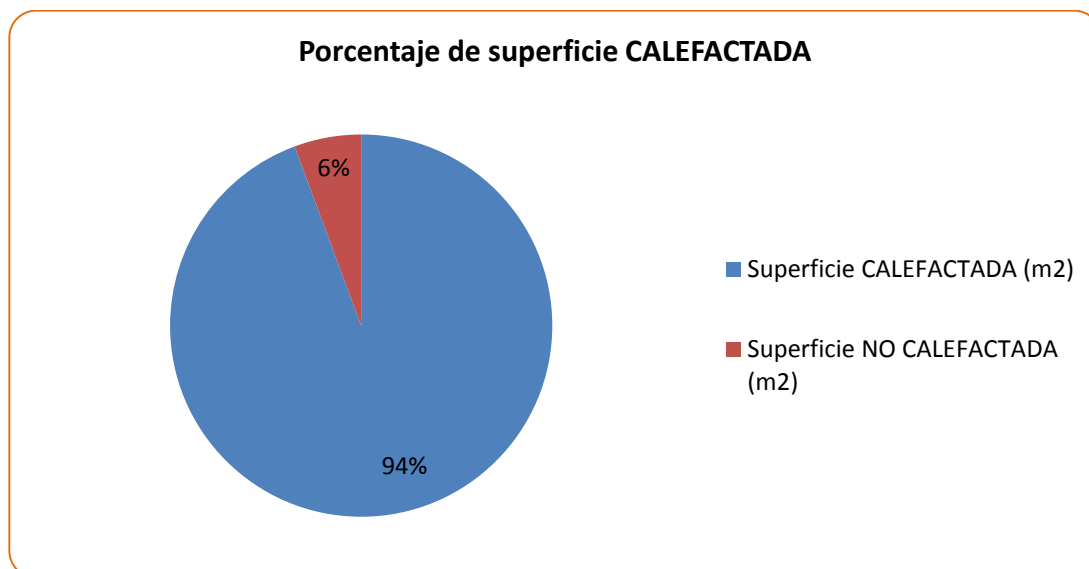


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	141,35	14,14	100,03
Cocina-comedor	3,85	0,40	103,78
Zonas comunes	3,00	0,31	103,78
Total	148,20	14,85	100,20

Tabla 9 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

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

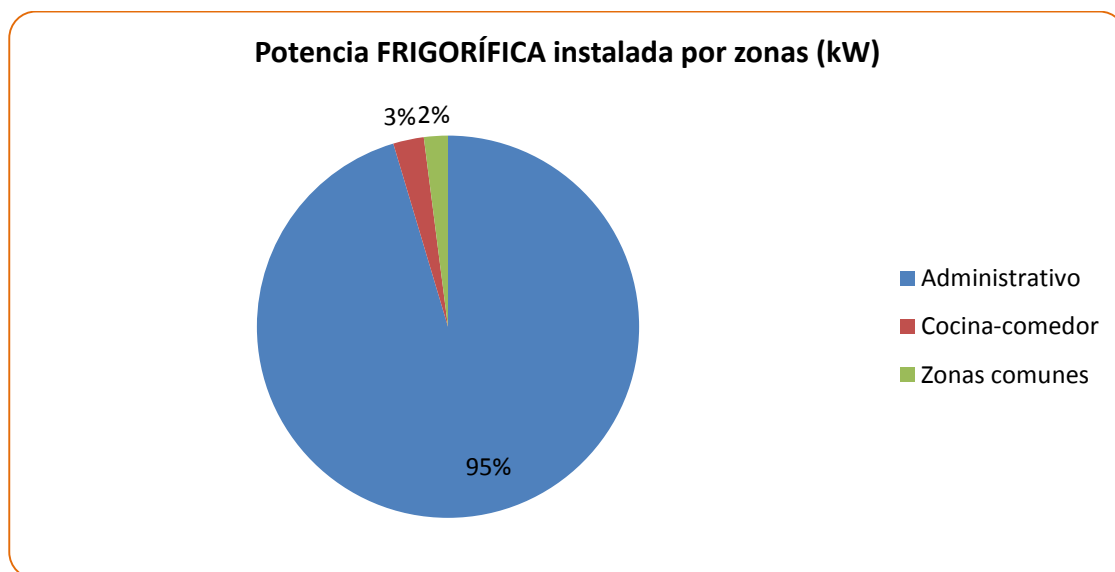


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

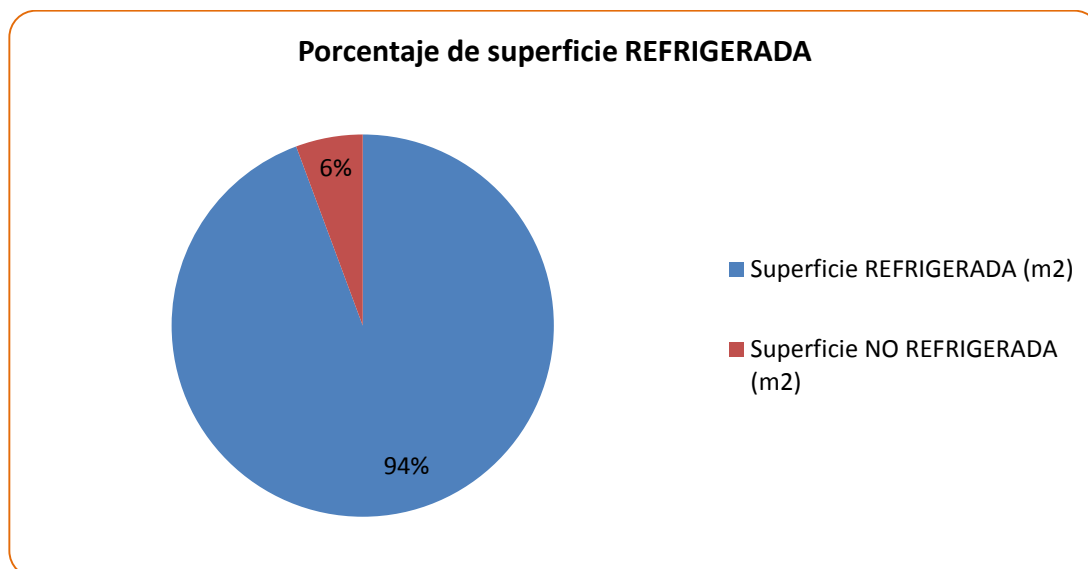


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de **1,77 kW**, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

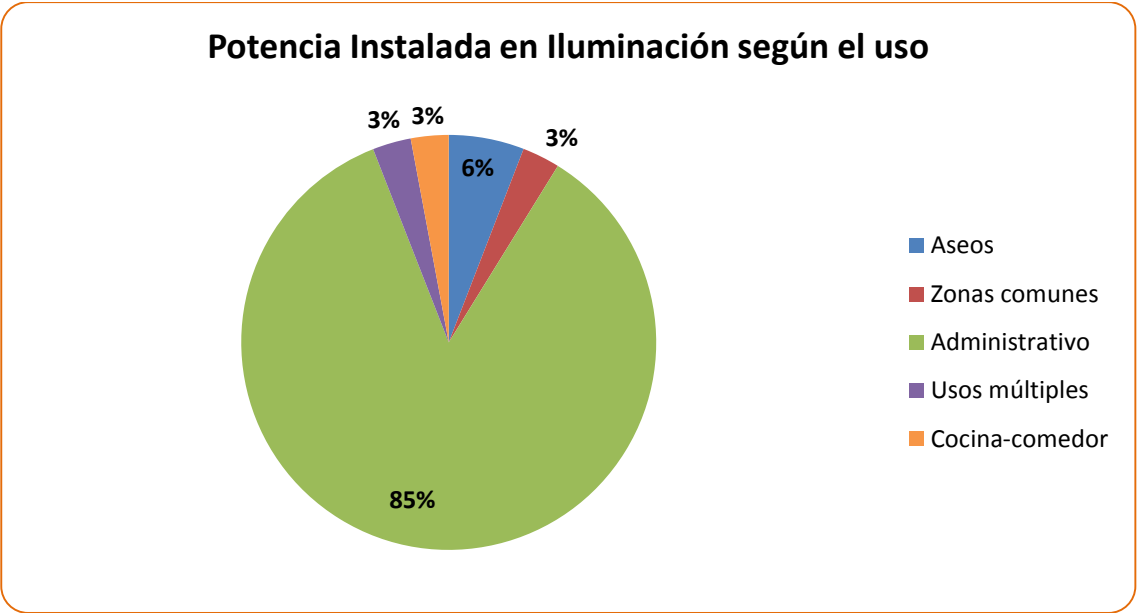


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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

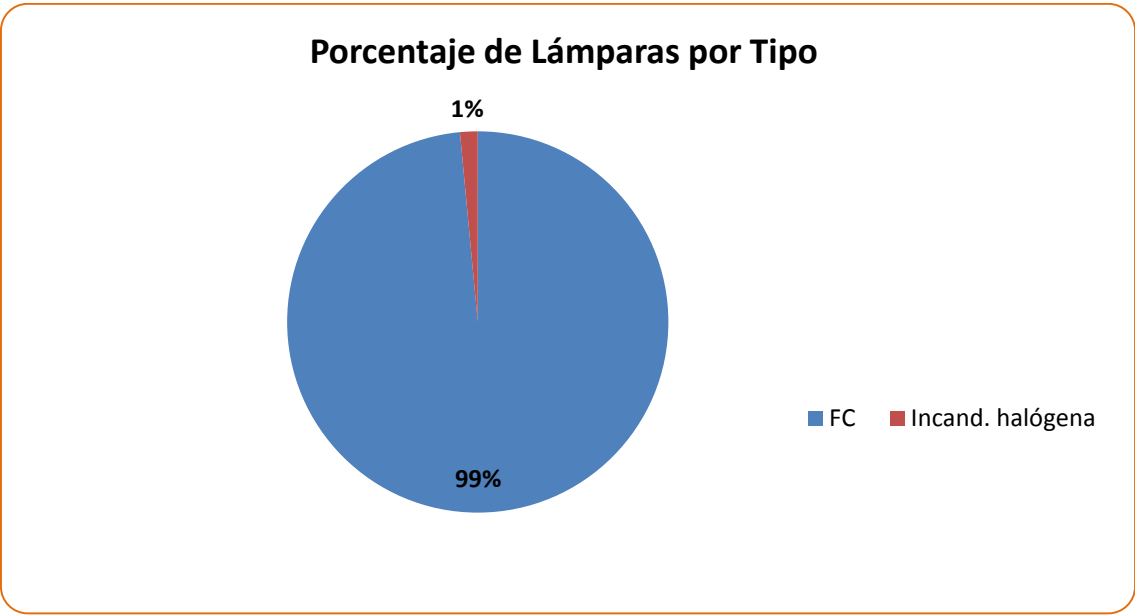


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

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)
-	33	1,77
FC	32	1,72
2	32	1,72
26	32	1,72
Incand. halógena	1	0,05
1	1	0,05
53	1	0,05
Total general	33	1,77

Tabla 10 Resumen de lámparas instaladas

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



Imagen 10 Tipos de luminarias instaladas

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

1.5.2 Iluminación exterior

No existe instalación de alumbrado exterior dependiente del local.

1.5.3 Sistemas de control

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

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Dado que las secciones de iluminación de las oficinas 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	3	1,95
Frigorífico	1	0,35
350	1	0,35
Cafetera	1	0,6
600	1	0,6
Kettle / Calienta agua	1	1
1000	1	1
Informático	17	4,788
Ordenador sobremesa	11	3,3
300	11	3,3
Fotocopiadora	1	0,45
450	1	0,45
RAC	1	0,1
100	1	0,1
Etiquetadora	1	0,018
18	1	0,018
Impresora doméstica	3	0,92
200	1	0,2
360	2	0,72
Producción de frío y calor	2	5,32
Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	2	5,32
0,69	1	0,69
4,63	1	4,63
ACS	1	1
Termo-acumulador eléctrico	1	1
1	1	1
Total general	23	13,058

Tabla 11 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.

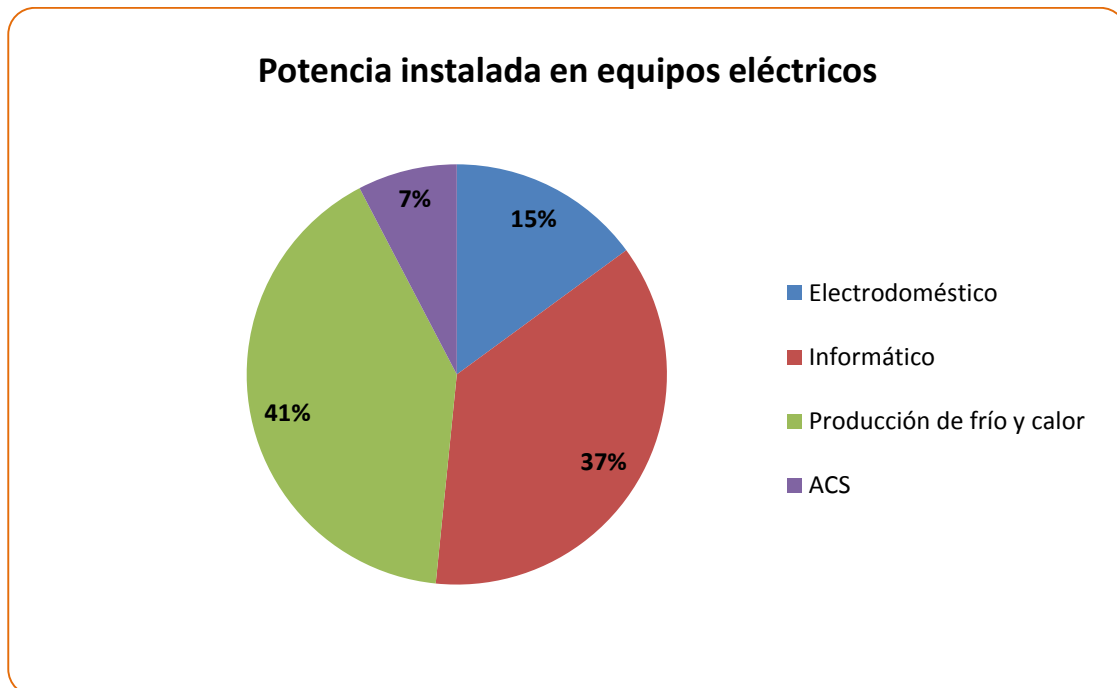


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

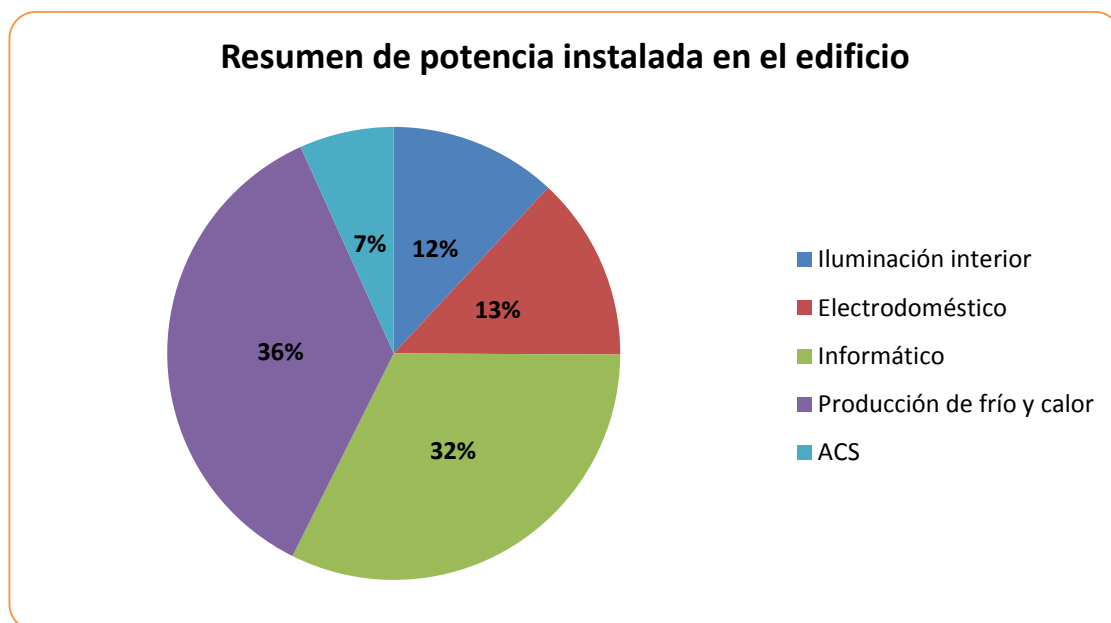


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		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	ES0031103022190001CV0F	Tarifa de acceso	2.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
		P1	
Potencia contratada (kW)		5,26	
Término de potencia (€/kW año)		42,043426	
Término de energía (€/kWh)		0,123387	

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

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
20/02/2014	23/04/2014	1.429	//	0,00	290,39
23/04/2014	24/06/2014	925	//	0,00	233,44
24/06/2014	25/08/2014	1.730	//	0,00	355,83
25/08/2014	23/10/2014	1.315	//	0,00	312,61
23/10/2014	23/12/2014	1.409	//	0,00	322,45
23/12/2014	19/02/2015	2.086	//	0,00	406,21

Tabla 12 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 5,26 kW** en una **tarifa 2.0A**, sin embargo la potencia que el centro demanda es algo 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 7,74 kW.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

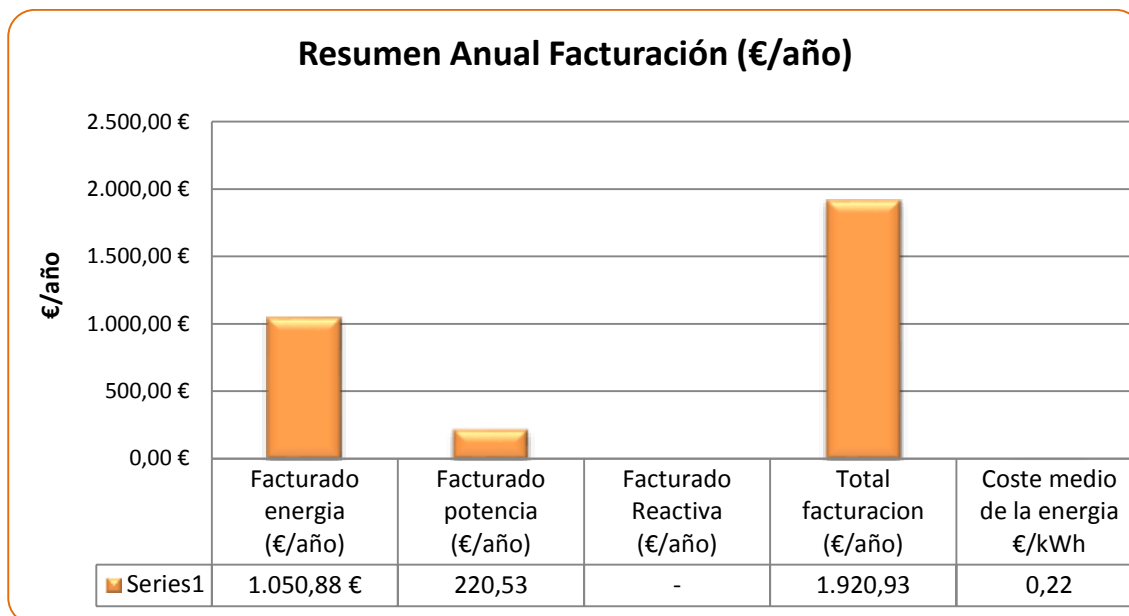


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

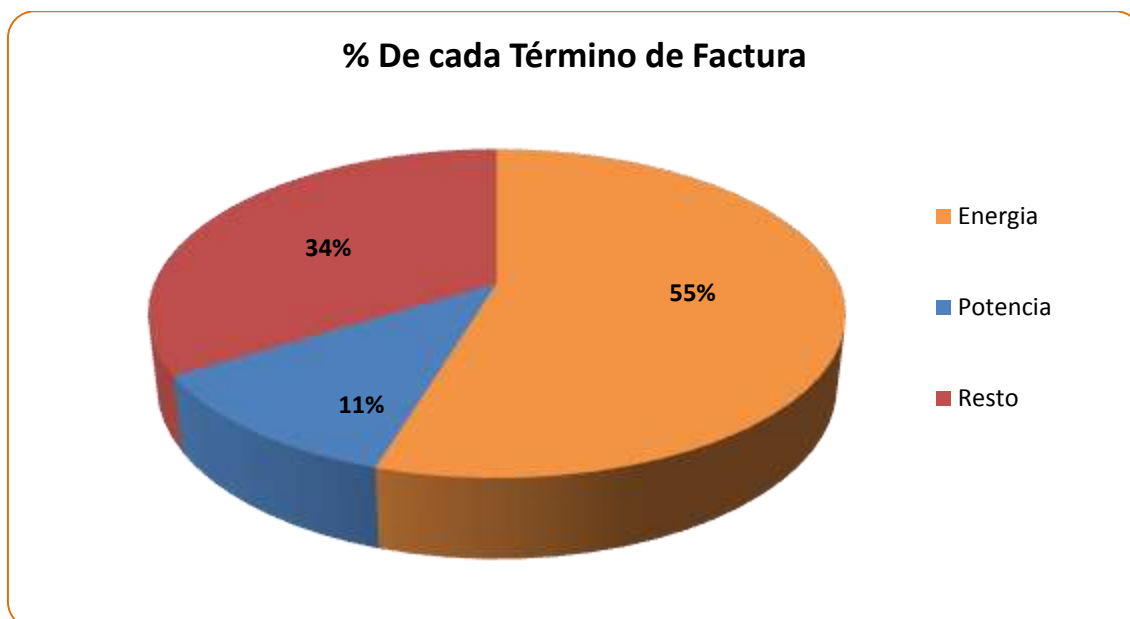


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

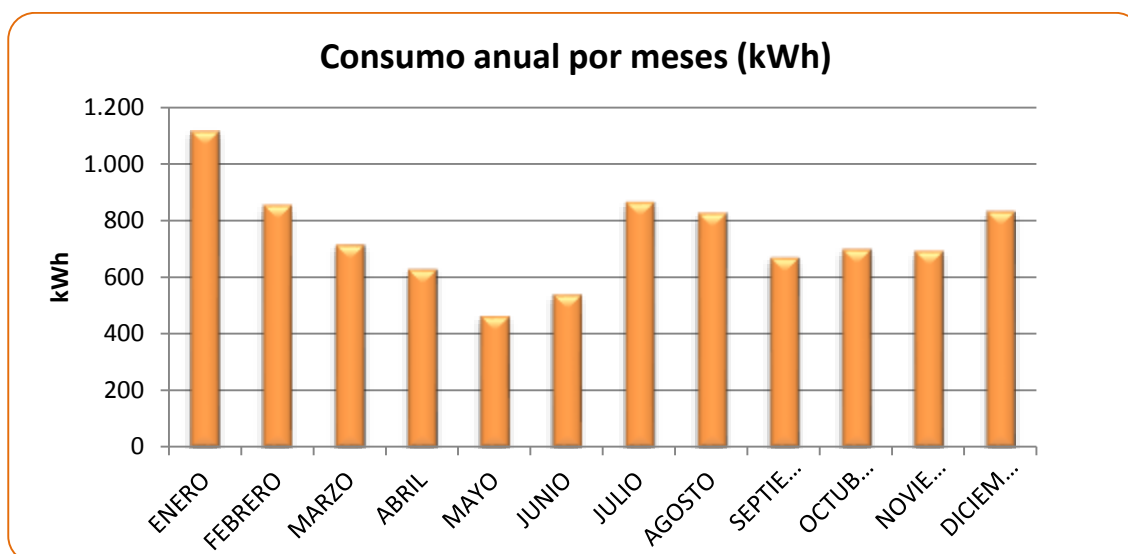


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	8.894
Total Facturación (€)	1.920,93
Media mensual de consumo (kWh/mes)	741
Media mensual de coste (€/mes)	160,08
Coste medio energía (€/kWh)	0,216

Tabla 13 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)	8.894	-	8.894
Coste (€/año)	1.920,93	-	1.920,93

Tabla 14 Consumos energéticos anuales totales

2.4 Índices energéticos

Para finalizar esta revisión del estado energético de la instalación, se incluyen varios índices de eficiencia energética.

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido Febrero de 2013 y Febrero de 2014.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	14
Superficie total (m²)	157,10
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	1,77
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	-
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	13,06
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	14,83

Tabla 15 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	8.894
€/kWh	0,22
kWh/m² Total	56,61
€/m² Total	12,23
kWh/persona uso	635,29
€/persona uso	137,21
Ton CO ₂ /año	3,55
Kg CO ₂ /m²	22,59
Pot. Iluminación en W/m²	11,26

Tabla 16 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

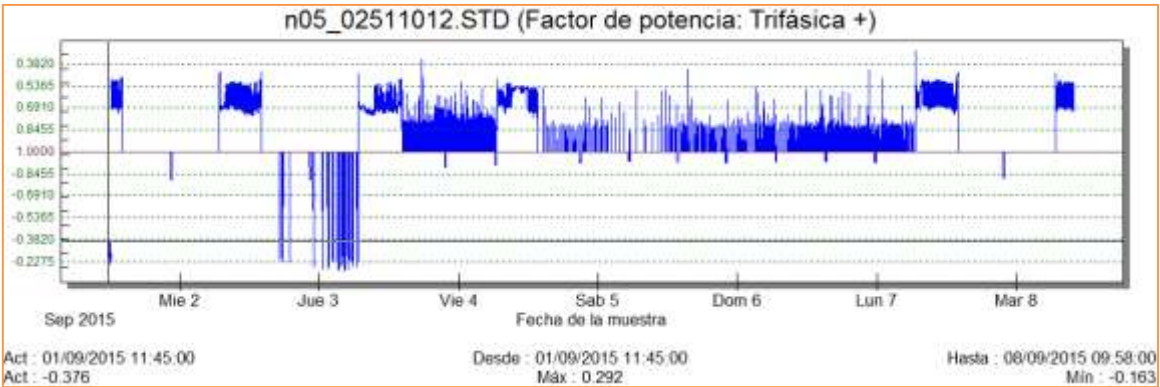
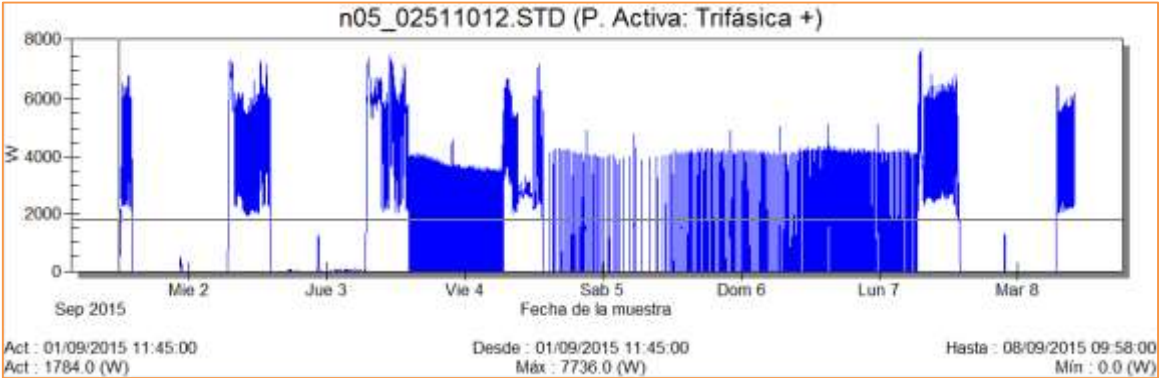
Tal y como se menciona en apartados anteriores no existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos



Potencia Registrada en días Laborables (kW)

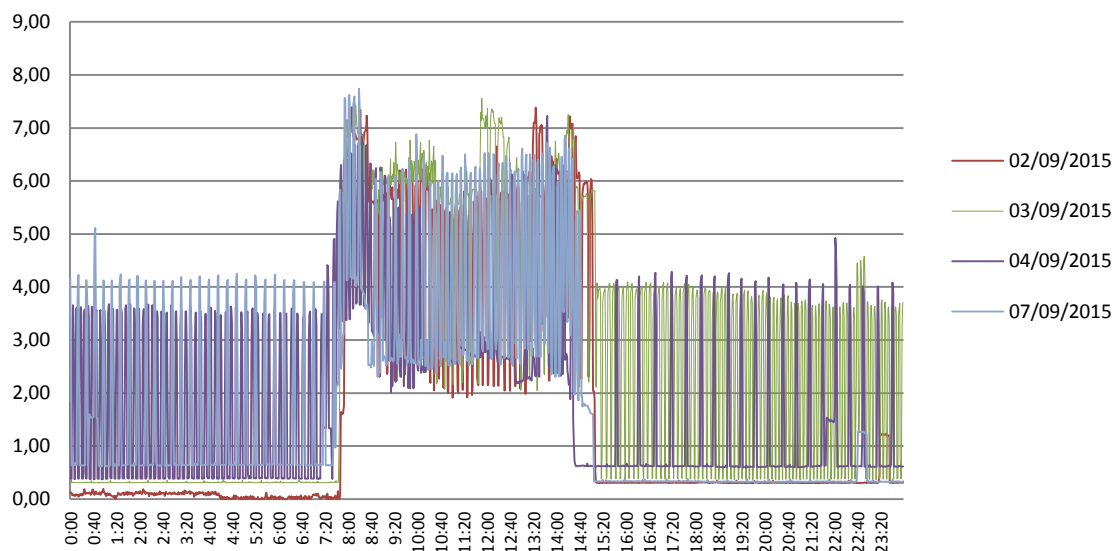


Gráfico 15 Potencia registrada en días laborables (kW)

Potencia Registrada en días no Laborables (kW)

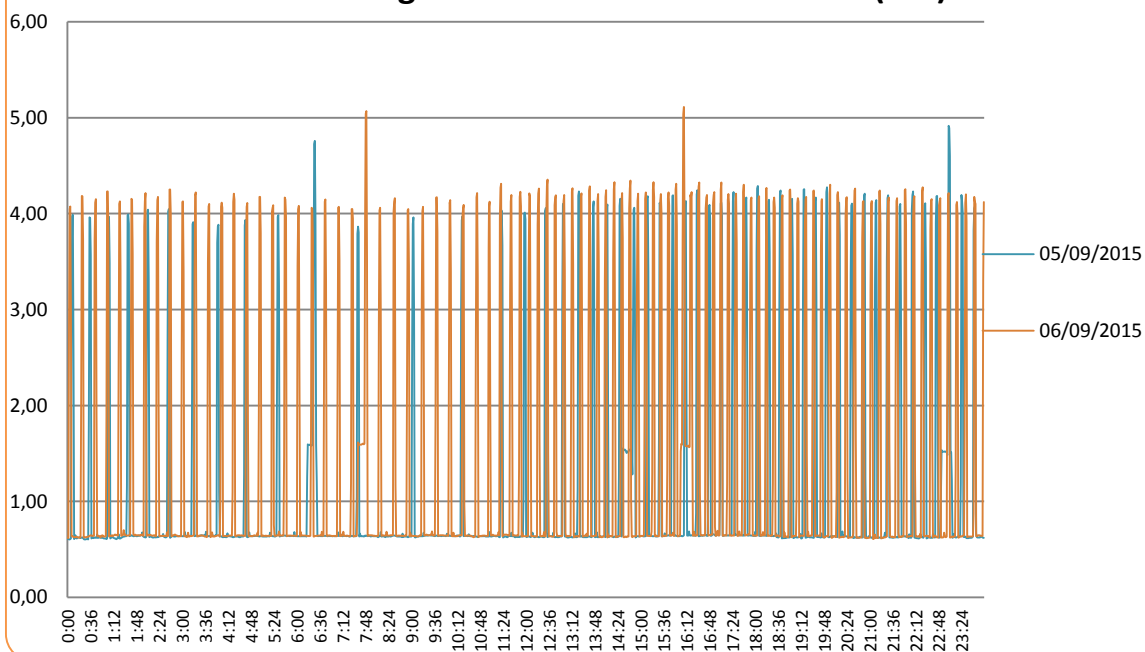


Gráfico 16 Potencia registrada en días no laborables (kW)

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 0,5 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

El perfil de uso del edificio es muy similar durante todos los días laborales, pudiéndose identificar un horario marcado de 8:00 a 15:00 aproximadamente todos los días.

Durante los días festivos, se observa que el edificio se encuentra fuera de uso, y que el único consumo es el asignado a algunos equipos consumidores que permanecen conectados a corriente en todo momento.

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

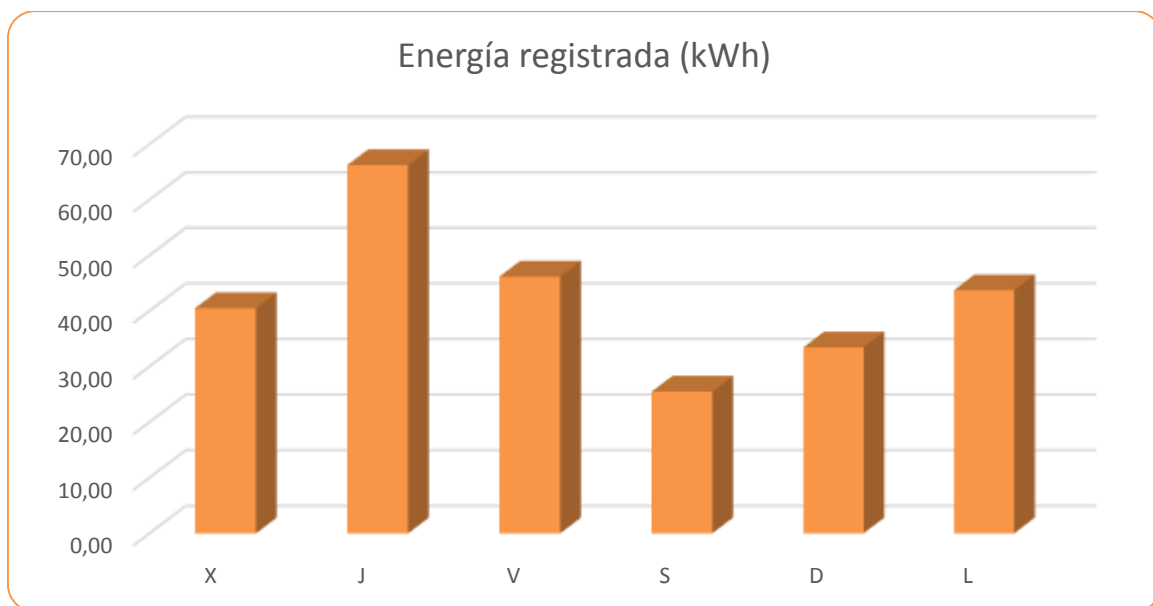


Gráfico 17 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborales es de 49,14 kWh y durante los días festivos de 29,45 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 1.365 kWh para el mes de Septiembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en Septiembre de 2014 de un 3,86% superior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a la estimación de las lecturas por parte de la compañía suministradora.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- **Tomas de corriente zona vía pública.**

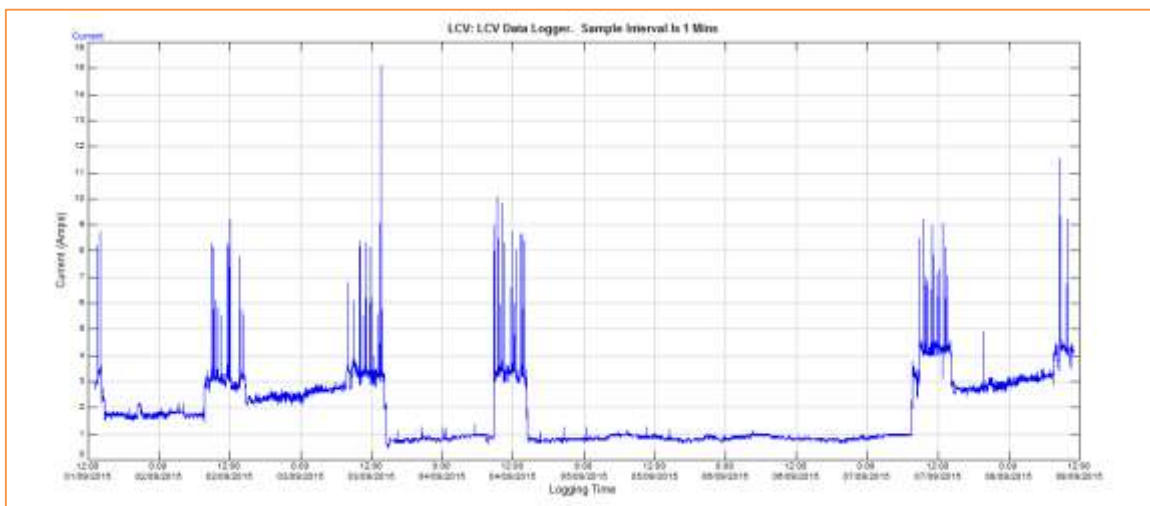


Gráfico 18 Registro de monofásico instalado en tomas de corriente.

- **Iluminación de recepción y pasillo.**

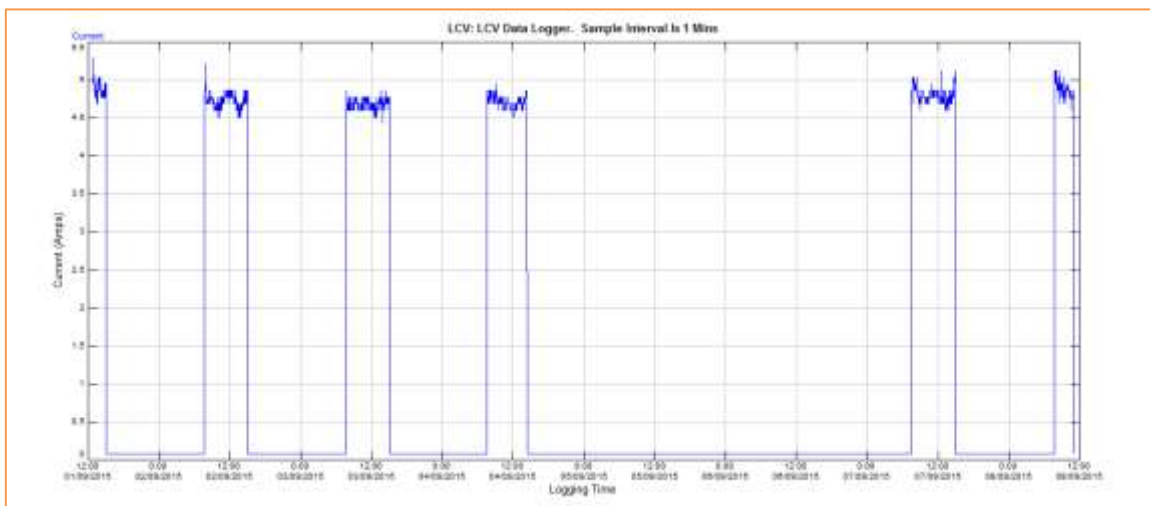


Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en iluminación de recepción y pasillo.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1		1306
			70
			Rev.06

- Iluminación de la zona administrativa

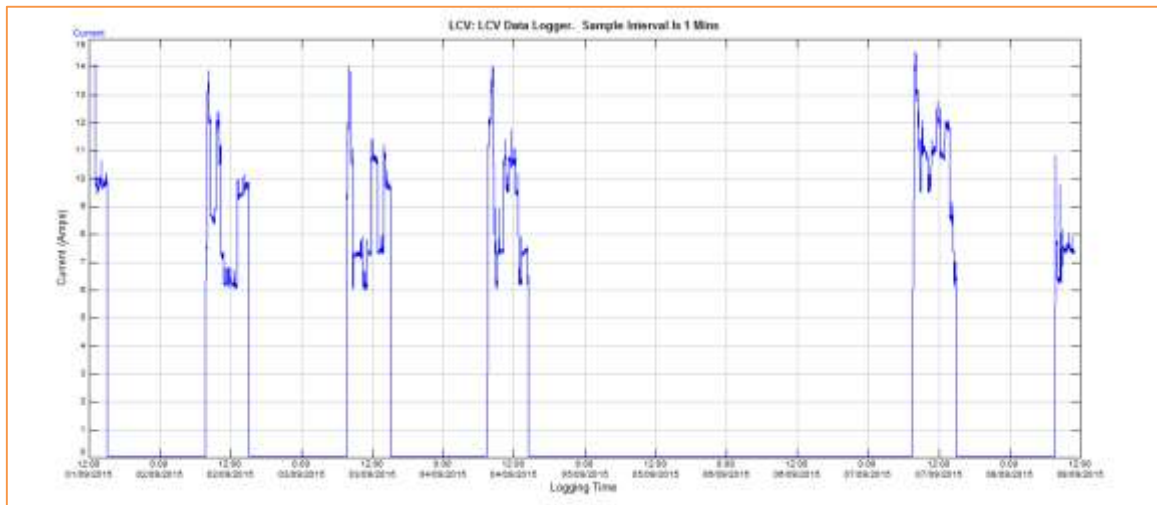


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en zona administrativa.

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

- Recepción y pasillo: 6,5 h.
- Zona administrativa: 5 h.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

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
Recepción	468	35,00	544	300	2,45
Administrativos	312	21,50	541	500	2,68
Fiestas	312	29,20	689	500	1,55
Comercio 1	52	9,35	381	300	1,46
Comercio 2	52	14,85	361	300	0,97
Pasillo	52	3,00	335	200	5,17

Tabla 17 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Se observa en líneas generales que los valores medidos de iluminancia son bastante superiores a los recomendados, llegando casi a duplicarse. Sin embargo, los valores de eficiencia energética no sobrepasan el valor de la norma, solo en el caso del pasillo.

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 18 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:

- **Administrativo – Oficinas centrales (Planta baja)**

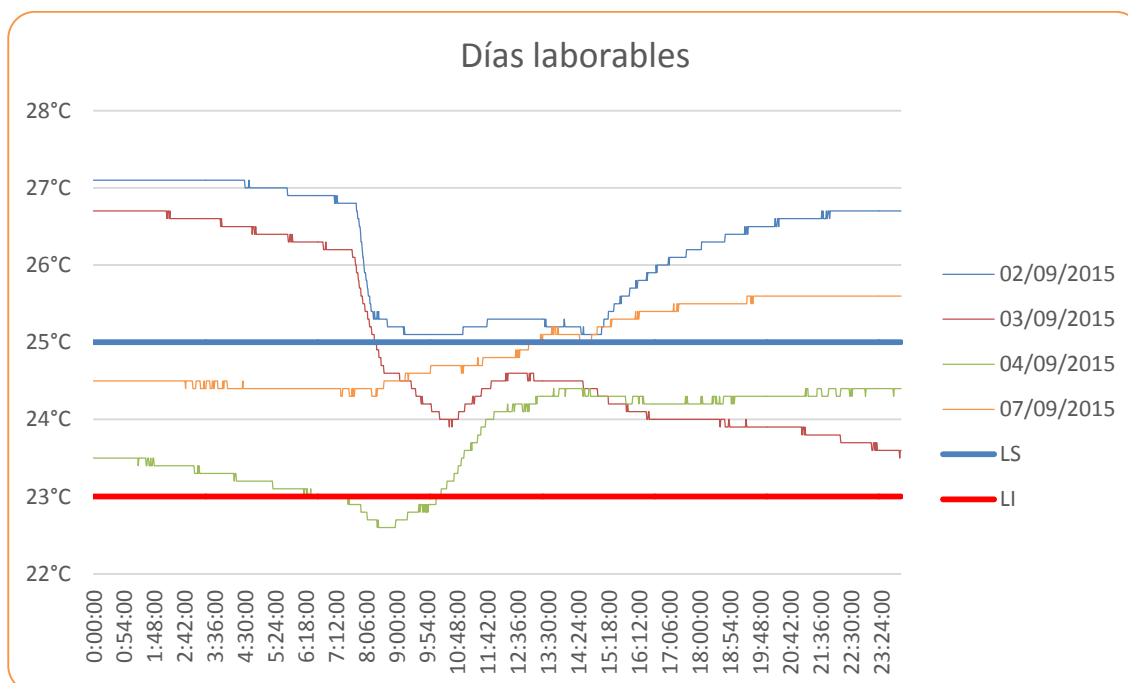


Gráfico 21 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables

Festivos y fines de semana

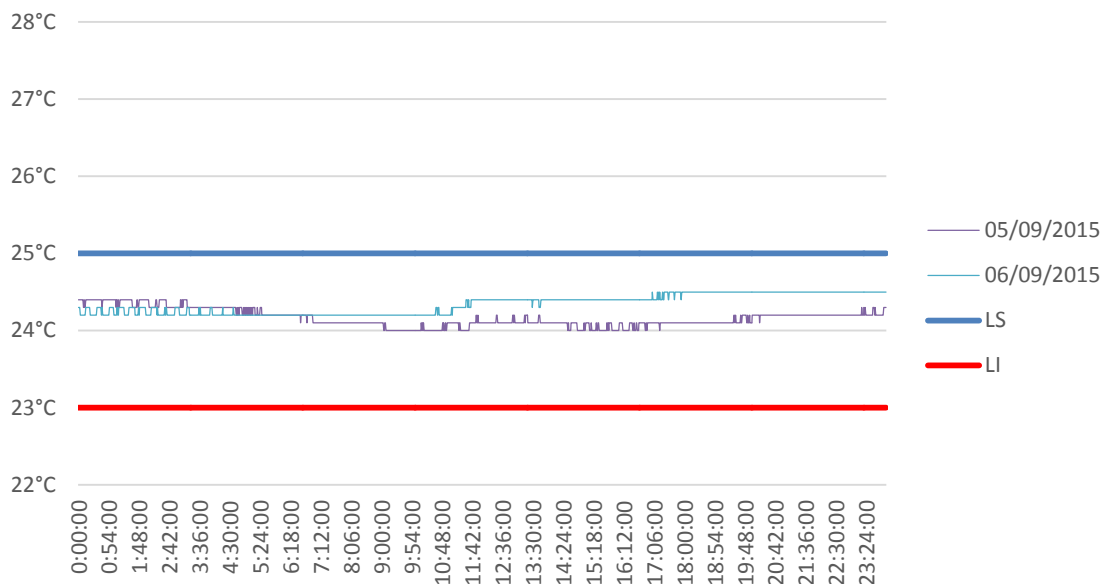


Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

Días laborables

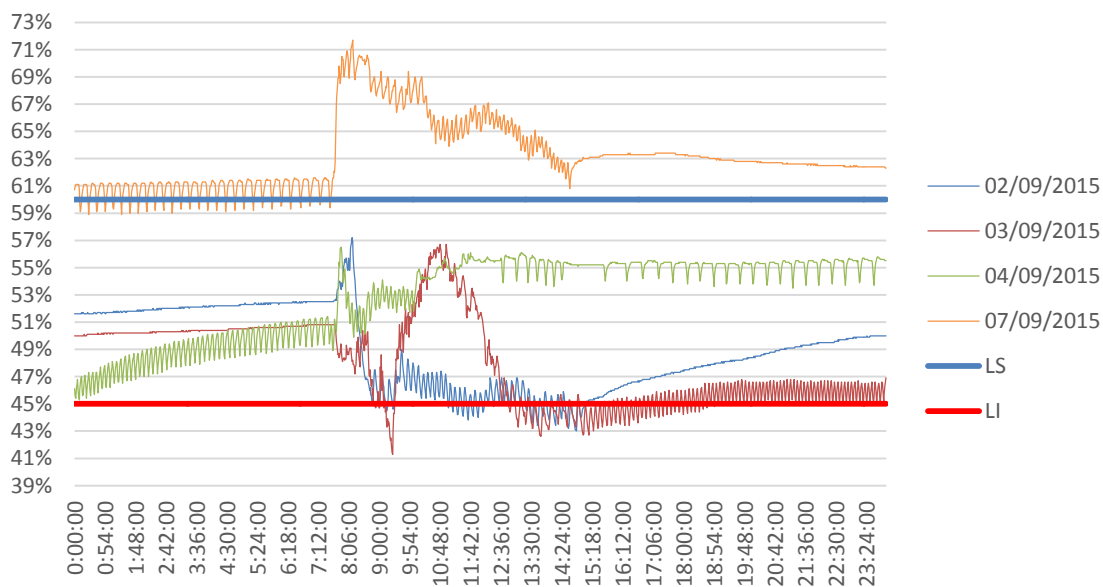


Gráfico 23 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables

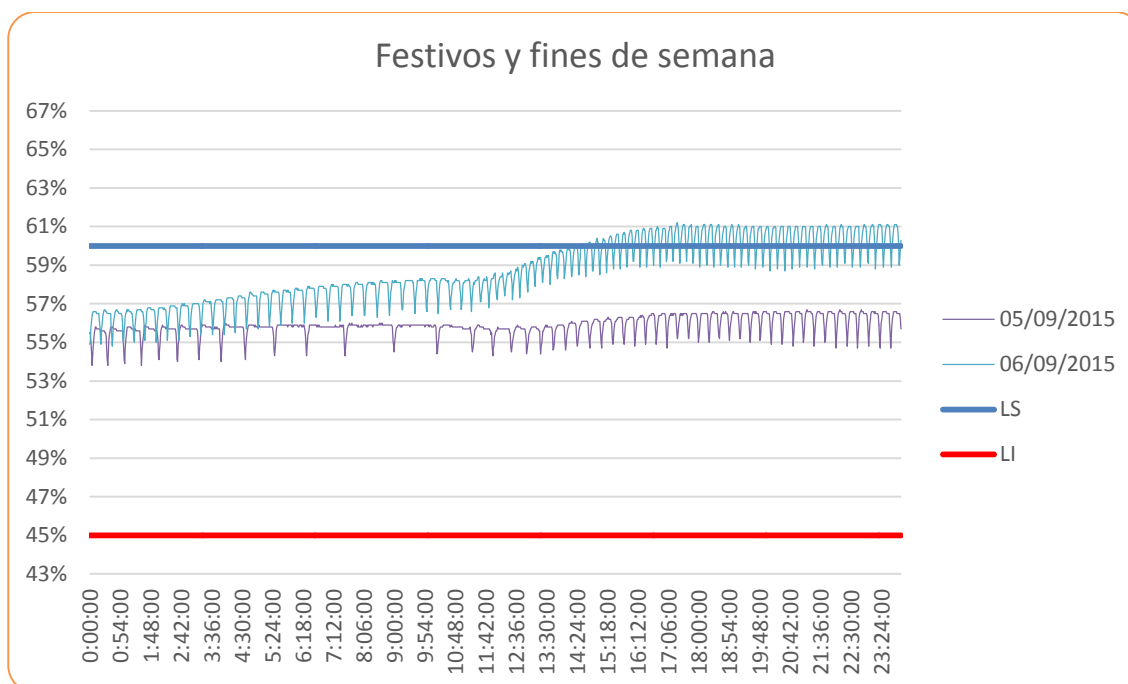


Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

Esta zona se trata mediante un sistema autónomo split 1x1 tipo bomba de calor con unidad interior de tipo conductos ubicada en el falso techo del trastero.

El miércoles (02/09/2015) la temperatura comienza a descender a partir de las 07:45h 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 23-25°C y a partir de este momento la temperatura se mantiene uniforme entre los 23-25°C hasta las 15:00h., cuando comienza incrementarse coincidiendo con la finalización de la jornada laboral y con la desactivación del sistema de climatización. Por lo tanto, la temperatura se encuentra dentro del intervalo que indica la normativa durante el periodo de ocupación, lo que indica un aporte frigorífico adecuado en esta zona.

Durante el jueves (03/09/2015) la temperatura comienza a descender a partir de las 07:45h, al igual que en el día anterior, aunque en este caso parece que no se desactiva el sistema de climatización a las 15:00h, permaneciendo activo durante todo el jueves, todo el viernes e incluso durante el fin de semana.

La humedad se encuentra dentro del intervalo requerido por la normativa durante el periodo de ocupación, excepto en momentos puntuales.

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 durante los periodos de ocupación, lo cual indica un aporte adecuado de refrigeración en esta zona.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

- ❑ Se ha detectado que se mantiene activo el sistema de refrigeración fuera del horario de ocupación e incluso durante el fin de semana.
- ❑ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, disminuyendo a partir de las 7:45, cuando entra en funcionamiento el sistema de climatización, hasta las 15:00 y a partir de esa hora se va incrementando. Aunque se ha detectado que el sistema de climatización permanece activo durante el fin de semana.

3.4 Análisis termográfico

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

3.5 Certificación energética

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

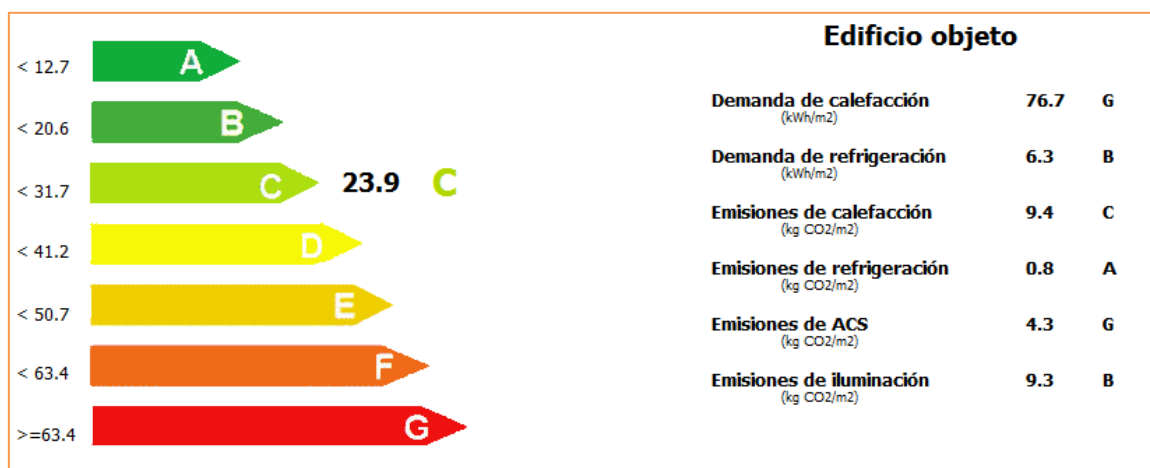


Imagen 11 Etiqueta Certificado Energético

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:

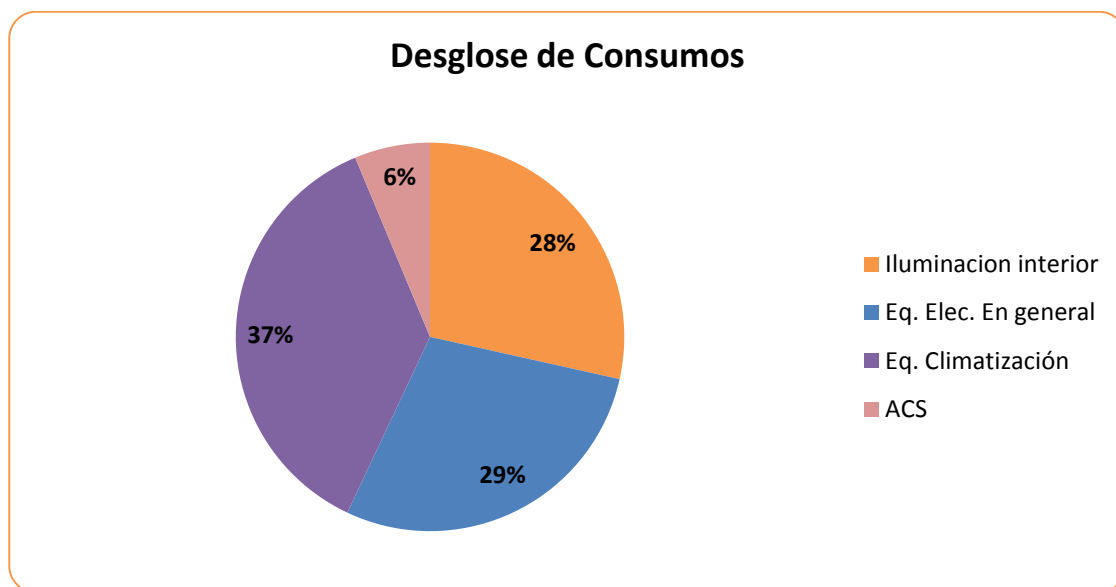


Gráfico 25 Desglose de consumos eléctricos

Los consumos más importantes son los referentes a la iluminación interior, equipos de climatización y los equipos eléctricos

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 2%.

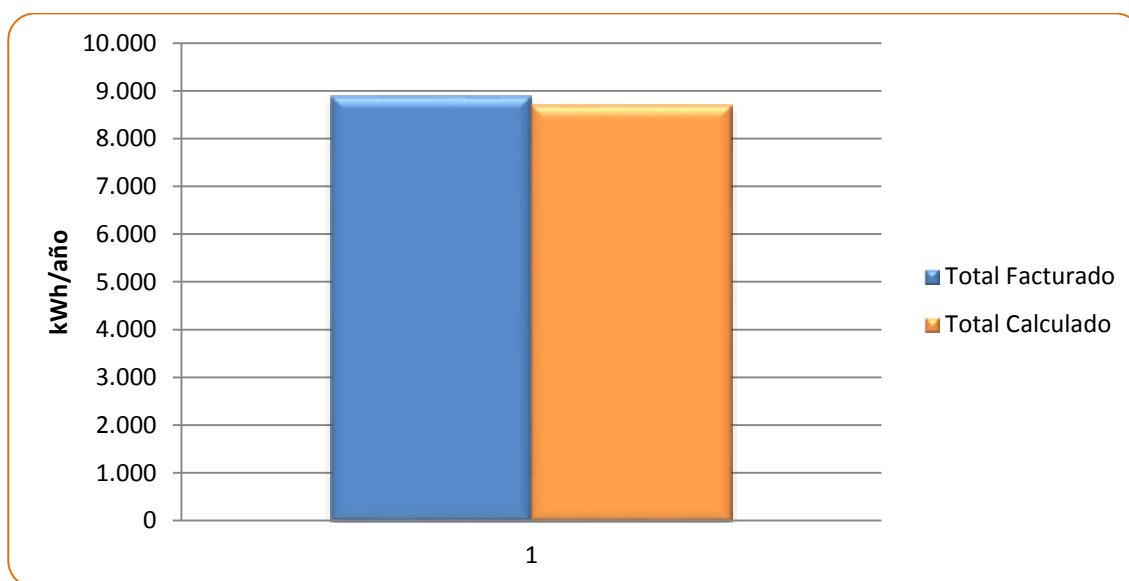


Gráfico 26 Desglose de consumos por periodo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

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 12 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 DISTRITO 1	1306
		70
		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)	0,11655	0,00000	0,00000
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	100,00%	0,00%	0,00%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	11,51875
Precio de la potencia (€/kW y año)	42,04

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			
1.240	50,02%	13,94%	142,82 €	14,31 €	157,13 €	5.582,53 €	35,53	0,49

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA DISTRITO 1	1306
		70
		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 13 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 DISTRITO 1	1306
		70
		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 DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control

Descripción de la mejora

Se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo térmico y eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como para el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación. Es una forma de facilitar la gestión por parte de la Empresa de Servicios Energéticos y el control por parte del Ayuntamiento.

El sistema contará con un gestor energético que será el eje sobre el que se montará el sistema de monitorización y control, el cual debe contar con un servidor web y XML integrado, además de un pequeño SCADA integrado que permitirá algunas acciones de control y programación del módulo, con comunicación mediante protocolo abierto (RS485 Modbus o similar) para la colección de datos y entradas digitales para otras señales como contadores de pulsos o señales de estado.

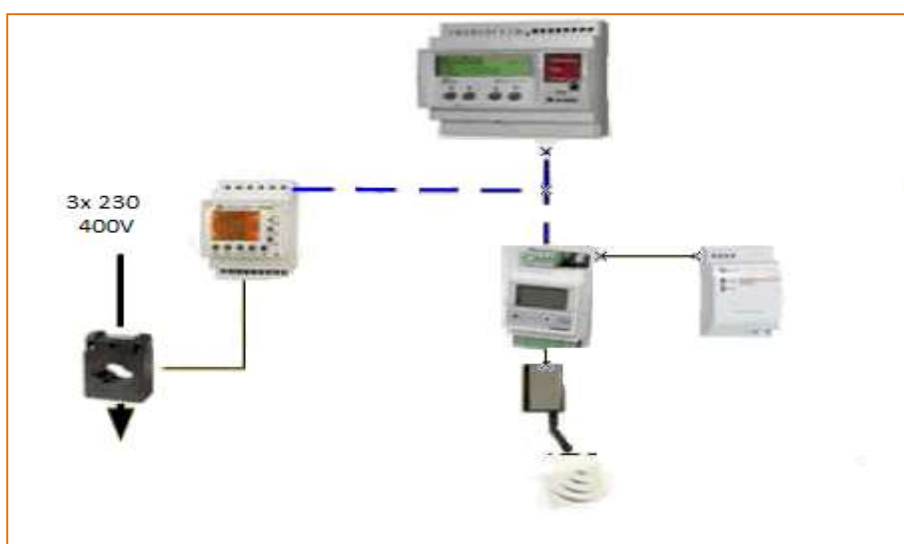


Imagen 14 Esquema de sistema de monitorización

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 DISTRITO 1	1306
		70
		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 DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

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 DISTRITO 1	1306
		70
		Rev.06

- 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.

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	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
Sustitución iluminación por tecnología LED	1.240	50,02	157,13	5.582,53	35,03	0,49
TOTAL ELÉCTRICAS	1.240	50,02	157,13	5.582,53	35,03	0,49

Tabla 19 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

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

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

¹ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

² Todos los precios son sin IVA