






INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Biblioteca Municipal de San Pedro)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_25_20151013

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....	1
1.1 Datos generales del centro	1
1.2 Planos y distribución	2
1.3 Envoltente y cerramientos.....	3
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.....	12
1.5.1 Iluminación interior	13
1.5.2 Iluminación exterior	14
1.5.3 Sistemas de control	15
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	15
1.6 Otros equipos	15
1.7 Resumen de potencias instaladas	16
2. CONSUMOS ANUALES.....	17
2.1 Consumos eléctricos	17
2.2 Consumos térmicos.....	20
2.3 Consumos energéticos totales	20
2.4 Índices energéticos.....	20
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	20
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	20
3. MEDICIONES REALIZADAS	21
3.1 Medidas eléctricas.....	21
3.1.1 Registros trifásicos	21
3.1.2 Registros monofásicos.....	24
3.2 Medida de nivel de iluminación	26
3.3 Medidas térmicas.....	26
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	26
3.4 Análisis termográfico.....	30
3.5 Certificación energética	30
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	31

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

4.1	Desglose de consumos eléctricos.....	31
4.2	Desglose de consumos térmicos	32
4.3	Contribución de energías renovables	32
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	33
5.1	Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED	33
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada	35
5.3	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante	37
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	42
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	42
6.2	Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante	44
6.3	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	46
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	48
7.1	Energía solar térmica.....	48
7.2	Biomasa	48
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	48
8.	RESUMEN	50

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Biblioteca San Pedro de Alcántara
Dirección	Bajo del conjunto San Luis
Tipo de edificio	Biblioteca
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	M ^a Inmaculada. Tfn Cultura 952 825 035. Tfn Biblioteca 952 784 049
Número de edificios	1

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones de la **Biblioteca Municipal de San Pedro** que se han auditado se encuentran situadas en **El conjunto San Luis** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**.



Imagen 1 Vista general del CEIP Isaac Peral

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida. m2	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	1	426	120	09:00-21:00	1987	2005	

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Recepción	5	09:00-21:00	Administrativo
Biblioteca	115	09:00-21:00	Estudio

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	Sup. Total (m2)
Administrativo	14	14
Aseos	25	25
Otros	5	5
Usos múltiples	369	369
Zonas comunes	13	13
Sup. Total (m2)	426	426

Tabla 4 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a usos múltiples abarca el 87% de la superficie total del edificio, esta categoría abarca la gran parte de la superficie al haberse considerado como zonas de usos múltiples los espacios de lectura y estudio.

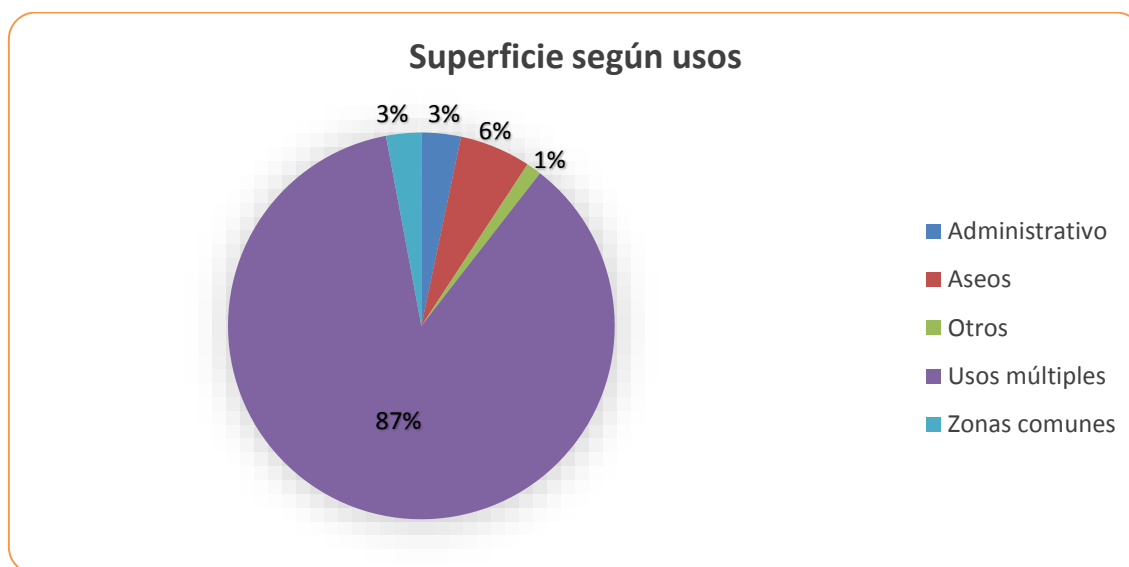


Gráfico 1 Superficie según Usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		25
	BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO		Rev.05

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



Plano 1 Planta Baja

1.3 Envolvente 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 envolvente 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 Normas Básicas de la Edificación.

El local donde se emplaza la biblioteca forma parte de un edificio residencial, abarcando toda la planta baja de este, dispone de acceso directo al exterior.


Destacan los ventanales con marco metálico y vidrio doble, que permiten la incidencia de la iluminación natural los días soleados.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		25
	BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO		Rev.05

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



Imagen 2 Diferentes tipos de carpintería exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		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 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 el aseo de minusválidos, aunque actualmente se encuentra fuera de funcionamiento.

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 ubicado en el aseo de minusválidos:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio principal	0	Aseo minusválidos	1,20	50	Fuera de funcionamiento

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS

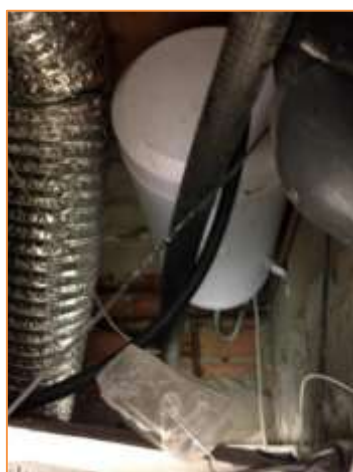


Imagen 3 Termo acumulador eléctrico – Aseo minusválidos

1.4.2 Producción de frío y calor para climatización

A continuación se resumen las tipologías de equipos para la climatización de las diferentes estancias del centro:

Nº generador	1	2	3
Generador	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0	0
Ubicación equipo	Almacén	Almacén	Almacén
Zona de tratamiento	Zona de lectura / Recepción / Pasillo	Zona de lectura	Biblioteca infantil
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire
Marca	CARRIER	CARRIER	CARRIER
Modelo	38TA084	38TA084	38TA084
Refrigerante	R22	R22	R22
Año de instalación	2005	2005	2005
Potencia Frigorífica (kW)	21,30	21,30	21,30
Potencia Absorbida Frío (kW)	10,15	10,15	10,15
EER	2,10	2,10	2,10
Potencia Calorífica (kW)	26,10	26,10	26,10
Potencia Absorbida Calor (kW)	8,83	8,83	8,83
COP	2,96	2,96	2,96
Mes inicio calefacción	Diciembre	Diciembre	Diciembre
Mes final calefacción	Enero	Enero	Enero
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-S	L-S	L-S
horario funcionamiento	09:00-21:00	09:00-21:00	09:00-21:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual
Observaciones	Uso reducido en modo calefacción	Uso reducido en modo calefacción	Uso reducido en modo calefacción

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



Imagen 4 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Unidades exteriores - En falso techo y de condensación en fachada principal

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

Calefacción	78,30 kW
Refrigeración	63,90 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 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.

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. A continuación se resumen las características de las mismas:

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

Característica	1	2	3
Unidad terminal	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split
Tipo	Conductos	Conductos	Conductos
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split
Planta	0	0	0
Ubicación	Falso techo	Falso techo	Falso techo
Zona de tratamiento	Zona de lectura / Recepción / Pasillo	Zona de lectura	Biblioteca infantil
Marca	CARRIER	CARRIER	CARRIER
Modelo	40TY084	40TY084	40TY084
Cantidad	1	1	1
Batería calor	R-22	R-22	R-22
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	26,10	26,10	26,10
Batería frío	R-22	R-22	R-22
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	21,30	21,30	21,30
Pot. Abs. (kW)	1,20	1,20	1,20
Tipo control	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario
Observaciones	Uso reducido en modo calefacción	Uso reducido en modo calefacción	Uso reducido en modo calefacción

*Tabla 8 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas*



*Imagen 5 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Unidades de conductos***



*Imagen 6 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Unidades de conductos***



*Imagen 7 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Regulación y elementos de difusión (rotacionales)***

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	14,05	2,06	146,90
Aulas	358,50	74,40	207,53
Zonas comunes	12,50	1,84	146,90
Total	385,05	78,30	203,35

Tabla 9 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

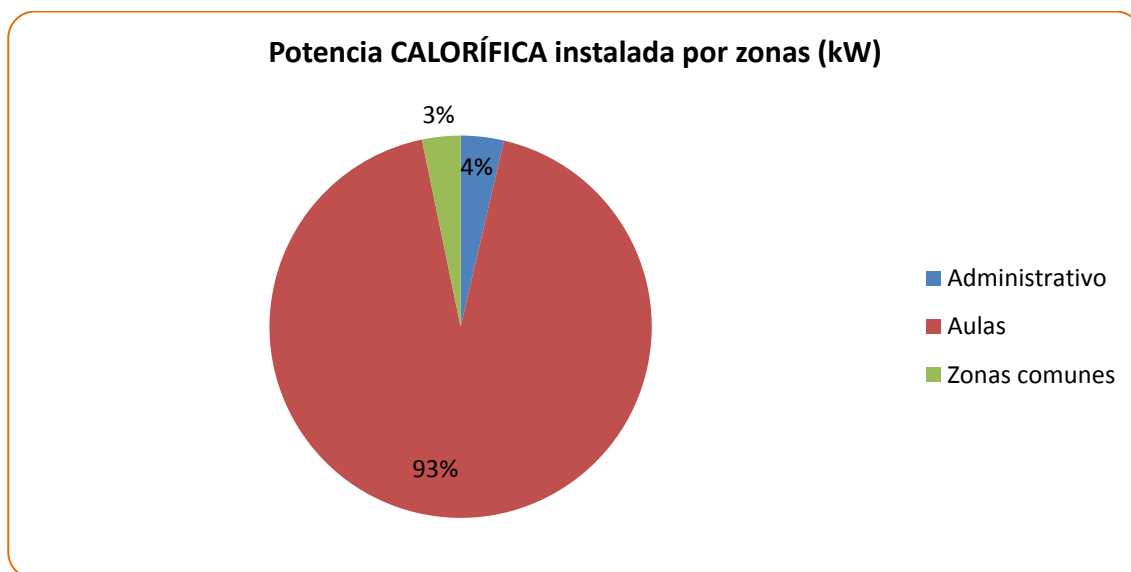


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

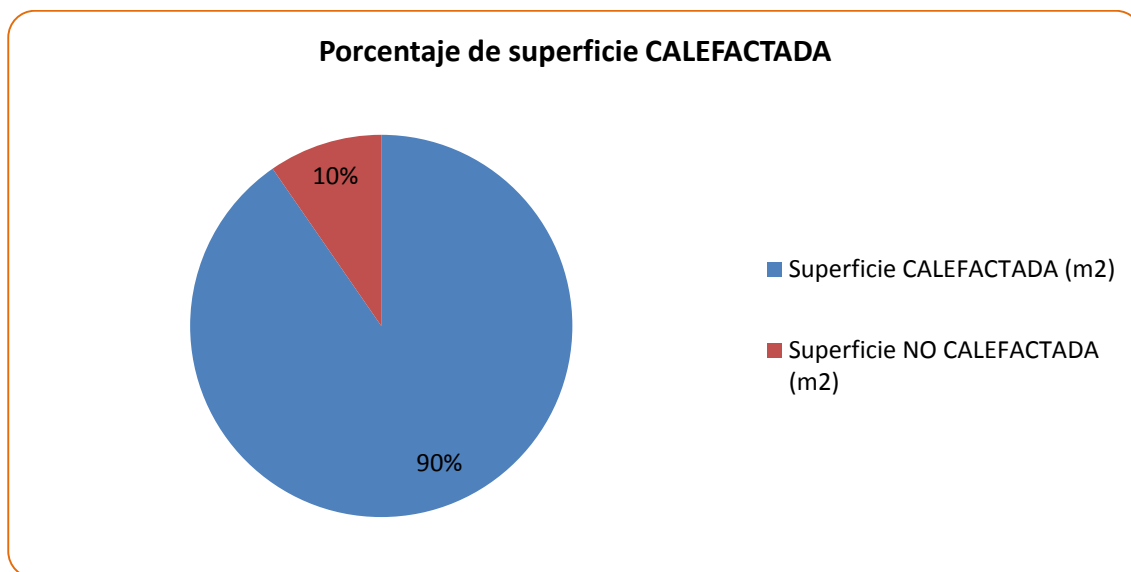


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	14,05	2,53	180,00
Aulas	358,50	59,12	164,91
Zonas comunes	12,50	2,25	180,00
Total	385,05	63,90	165,95

Tabla 10 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

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

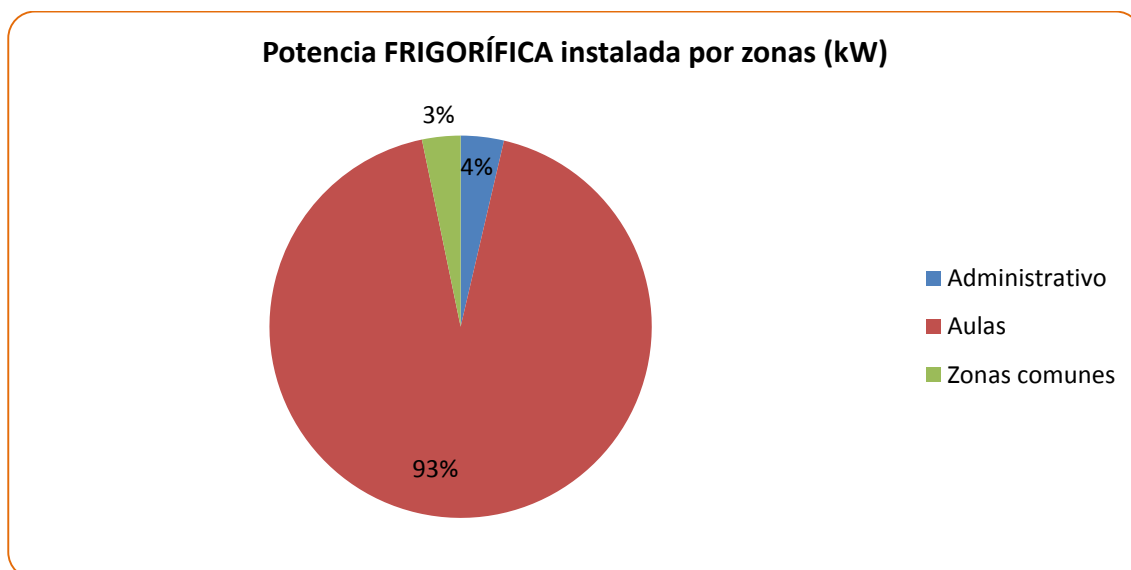


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

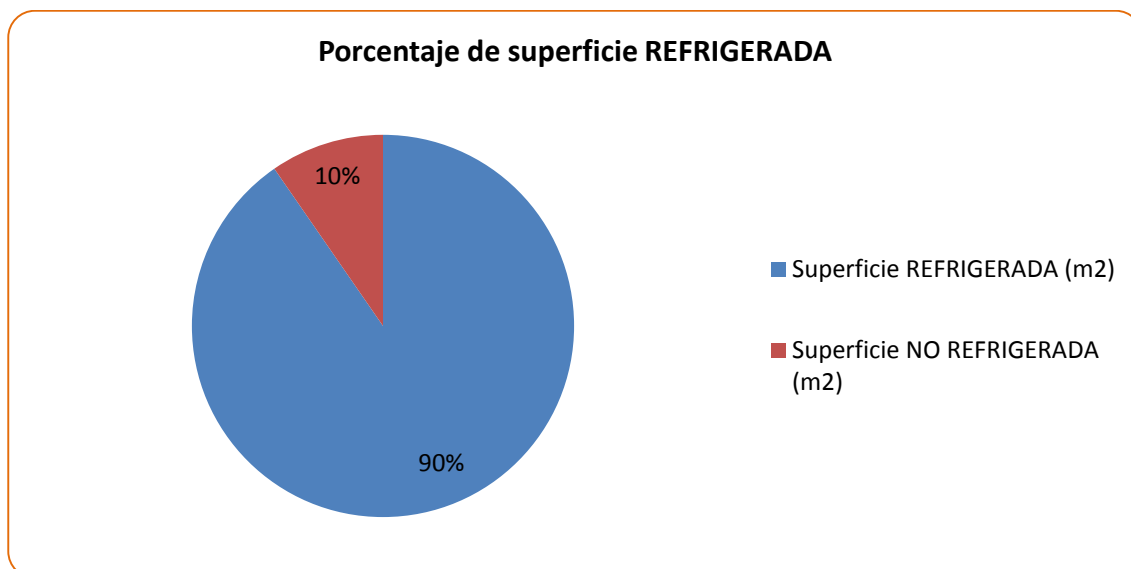


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 12,06 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

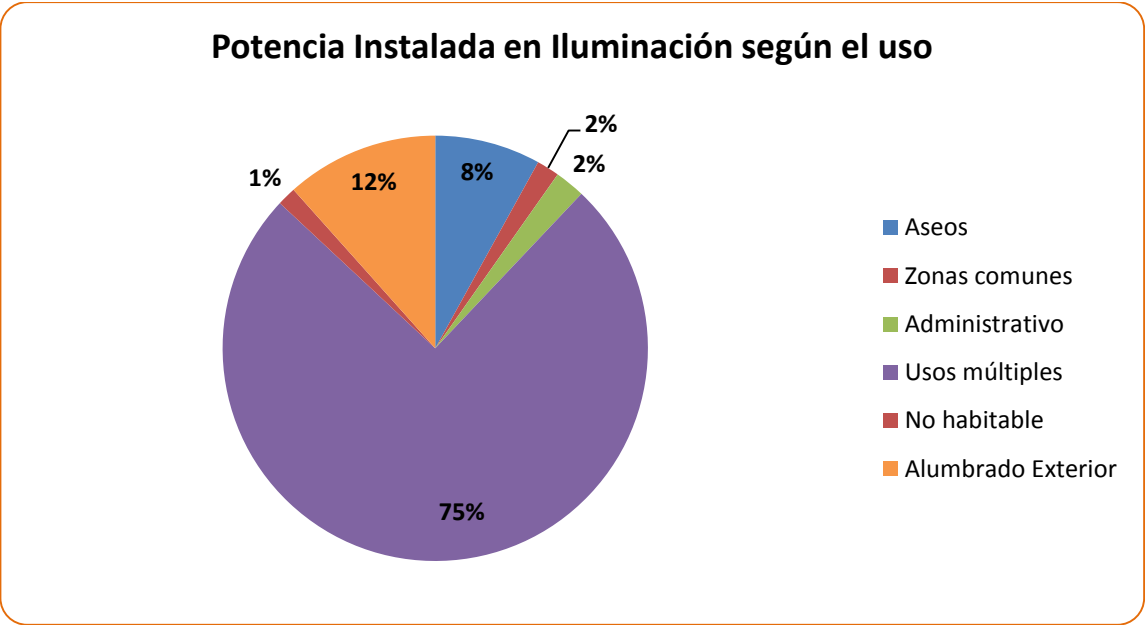


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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 educativo.

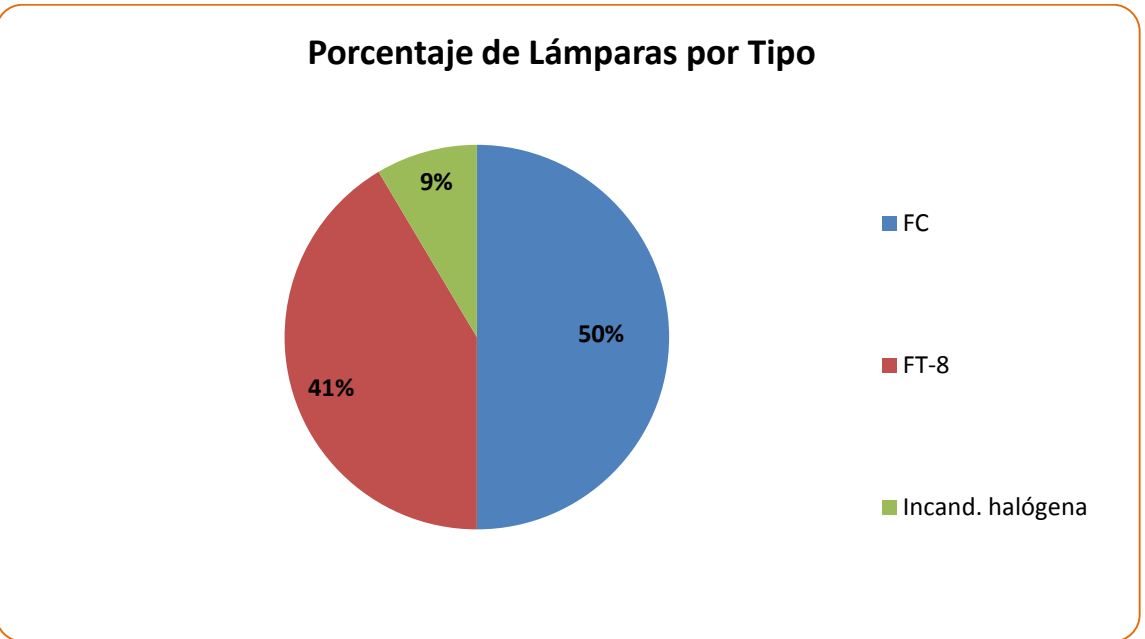


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

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

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

Tipo	Nº Lum.	Suma de kW TOTAL
EM	56	6,39
FT-8	56	6,39
2	44	5,36
18	8	0,35
58	36	5,01
4	12	1,04
18	12	1,04
-	82	4,26
FC	82	4,26
2	82	4,26
26	82	4,26
Total general	138	10,66

Tabla 11 Resumen de lámparas instaladas

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





Imagen 8 Tipos de luminarias instaladas

1.5.2 Iluminación exterior


En la tabla siguiente se recoge un resumen detallado de la iluminación exterior y las potencias de cada una de las lámparas instaladas.

Tipo	Nº Lum.	kW TOTAL
-	28	1,40
Incand. halógena	28	1,40
1	28	1,40
50	28	1,40
Total general	28	1,40

Tabla 12 Resumen de iluminación exterior



Imagen 9 Luminarias situadas en el exterior del edificio

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

1.5.3 Sistemas de control

El funcionamiento del alumbrado exterior está programado para activarse y desactivarse en un horario diferente teniendo en cuenta la estación del año en la que nos encontremos, a fecha del estudio energético arrancaba a las 20:30 y finalizaba a las 8 de la mañana.

Las zonas interiores del local no cuentan con ningún tipo de control.

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

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

Para determinar el perfil de comportamiento de la instalación, se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas; con los datos obtenidos en una semana “estándar” nos podemos hacer a la idea del comportamiento general.

1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
Electrodoméstico	4	3,05
Frigorífico	1	0,35
350	1	0,35
Microondas	1	0,8
800	1	0,8
Cafetera	1	1,3
1300	1	1,3
Tostador	1	0,6
600	1	0,6
Informático	9	2,178
Ordenador sobremesa	7	2,1
300	7	2,1
Fax	1	0,016
16	1	0,016
Impresora doméstica	1	0,062
62	1	0,062
ACS	1	1,2
Termo-acumulador eléctrico	1	1,2
1200	1	1,2
Producción Frio y Calor	6	34,05
Unidad exterior - Split	3	30,45

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
10150	3	30,45
Unidad interior - Split	3	3,6
1200	3	3,6
Total general	20	40,478

Tabla 13 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

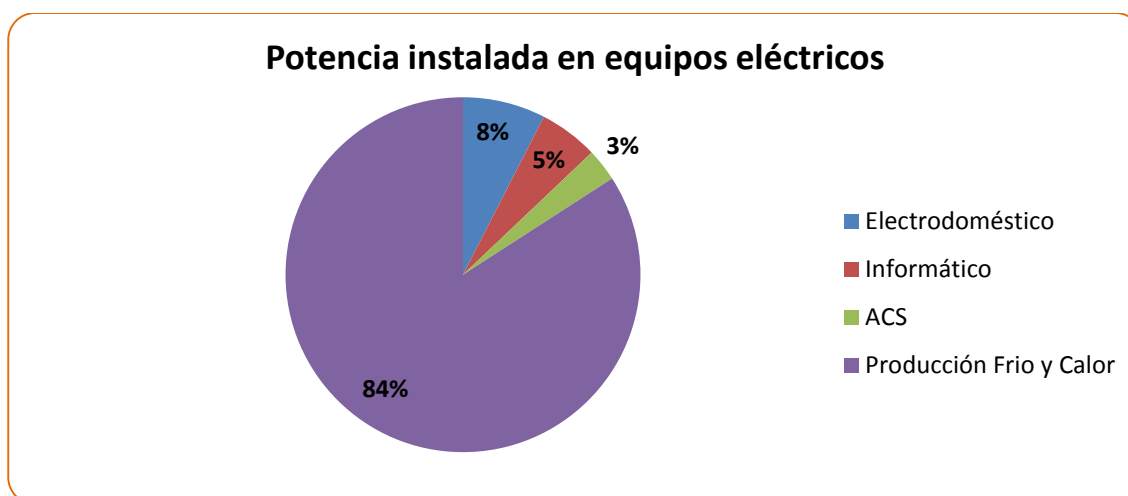


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

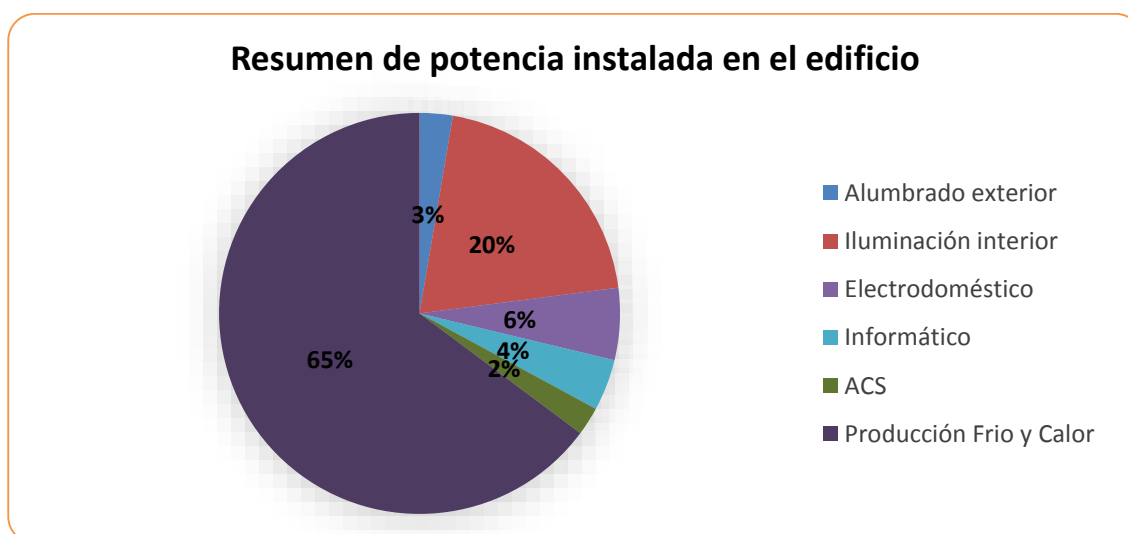



Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		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 febrero de 2015 se muestran a continuación:

CUPS	ES0031104228394002SE0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	47,6	47,6	47,6
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,29141
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

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

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2013	31/12/2014	853	2.733	400	12 /12 /10	0,00	740,53
31/12/2014	28/02/2014	752	2.360	356	12 /12 /9	0,00	661,99
28/02/2014	31/03/2014	697	2.289	419	10 /11 /10	0,00	679,48
31/03/2014	30/04/2014	843	1.793	409	10 /11 /11	0,00	634,60
30/04/2014	31/05/2014	986	2.491	596	13 /25 /13	0,00	756,16
31/05/2014	30/06/2014	1.566	3.253	438	29 /29 /11	0,00	913,45
30/06/2014	31/07/2014	1.986	3.348	385	40 /30 /10	0,00	990,36
31/07/2014	31/08/2014	2.408	4.205	325	40 /40 /9	0,00	1.143,86
31/08/2014	30/09/2014	1.964	3.424	384	30 /31 /10	0,00	986,22
30/09/2014	31/10/2014	1.182	2.547	505	29 /28 /15	0,00	792,59
31/10/2014	30/11/2014	679	2202	353	19 /11 /9	0,00	659,56
30/11/2014	31/12/2014	681	2.165	403	12 /12 /10	0,00	669,00

Tabla 14 Facturación eléctrica

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

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	47,6	47,6	47,6
Potencia registrada (kW)	40	40	15

Tabla 15 Potencias contratada y registrada

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

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

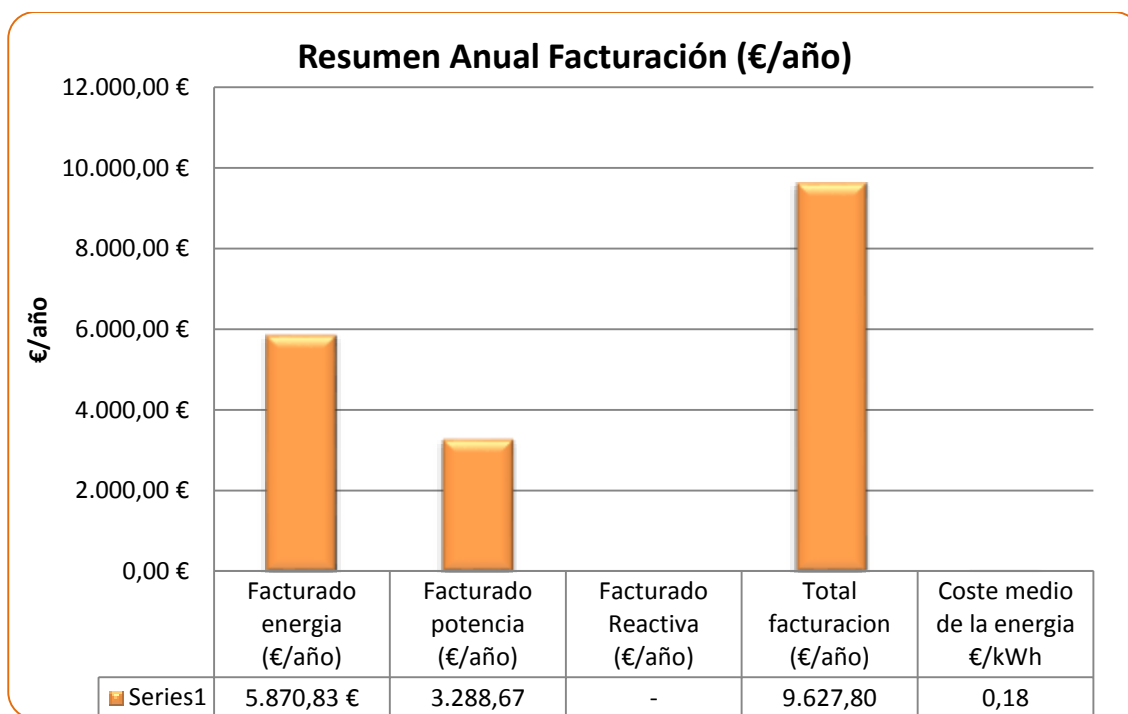


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

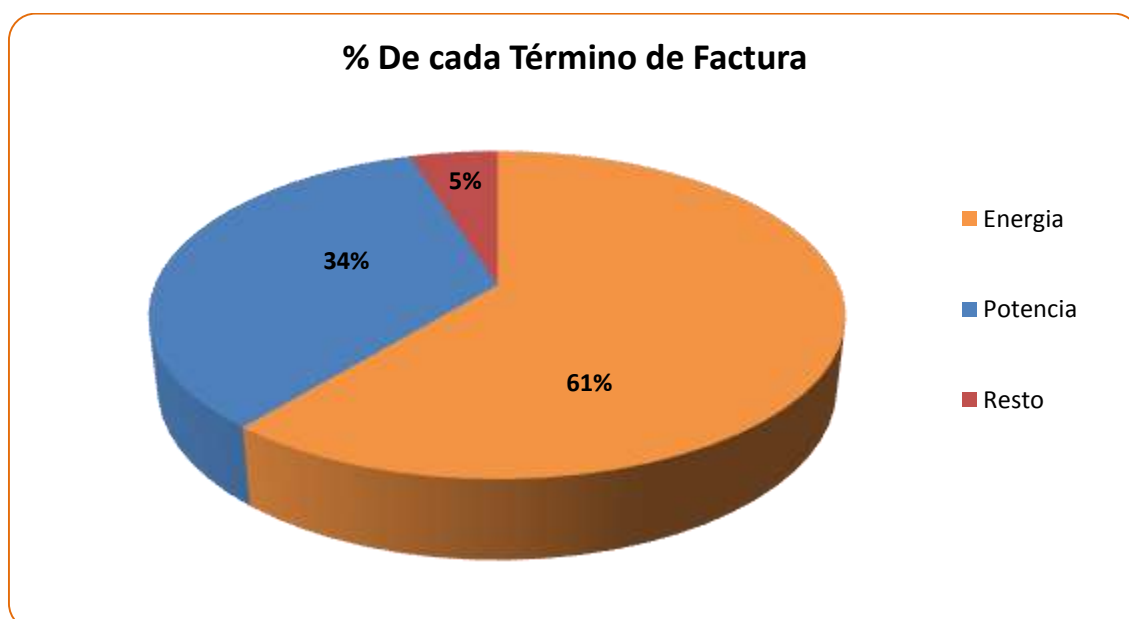


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

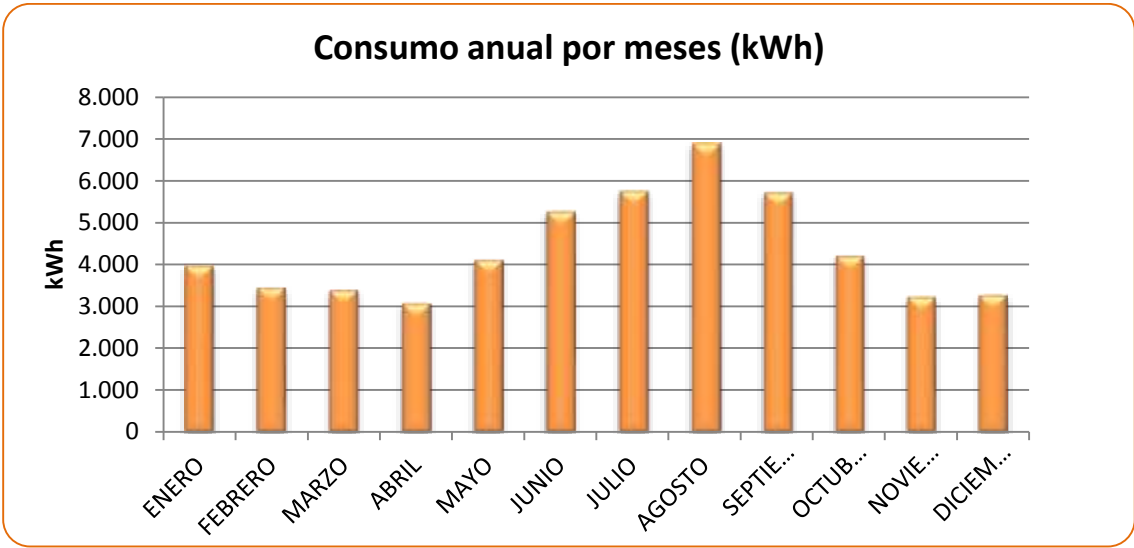


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

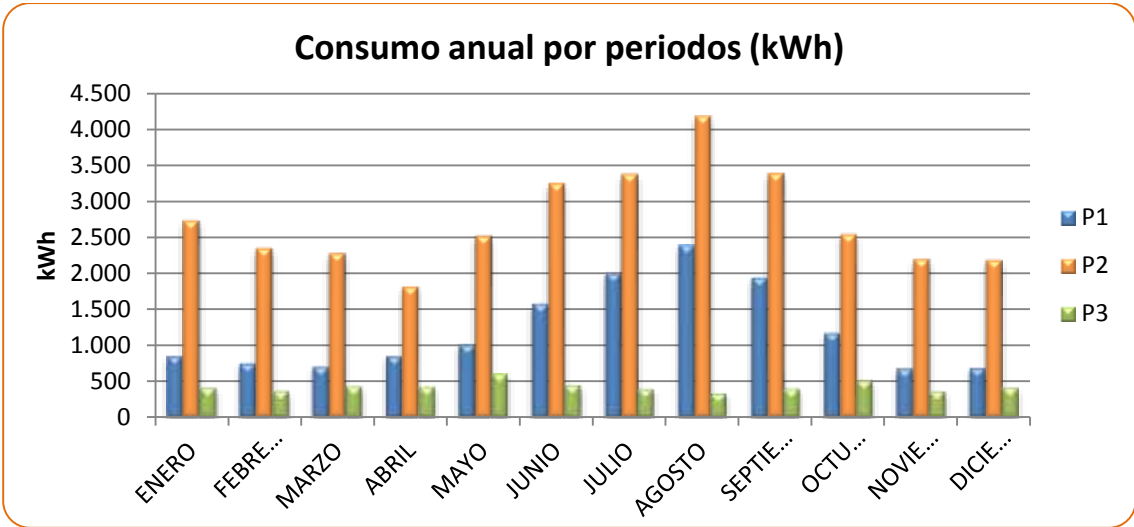


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	52.380
Total Facturación (€)	9.627,80
Media mensual de consumo (kWh/mes)	4.365
Media mensual de coste (€/mes)	802,32
Coste medio energía (€/kWh)	0,184

Tabla 16 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

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)	52.380	-	52.380
Coste (€/año)	9.627,80	-	9.627,80

Tabla 17 Consumos energéticos anuales totales

2.4 Índices energéticos

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

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

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

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	120
Superficie total (m²)	426,06
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	10,66
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	1,44
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	40,48
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	51,14

Tabla 18 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	52.380,00
€/kWh	0,18
kWh/m² Total	122,94
€/m² Total	22,60
kWh/persona uso	436,50
€/persona uso	80,23
Ton CO ₂ /año	20,90
Kg CO ₂ /m²	49,05
Pot. Iluminación en W/m²	25,01

Tabla 19 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

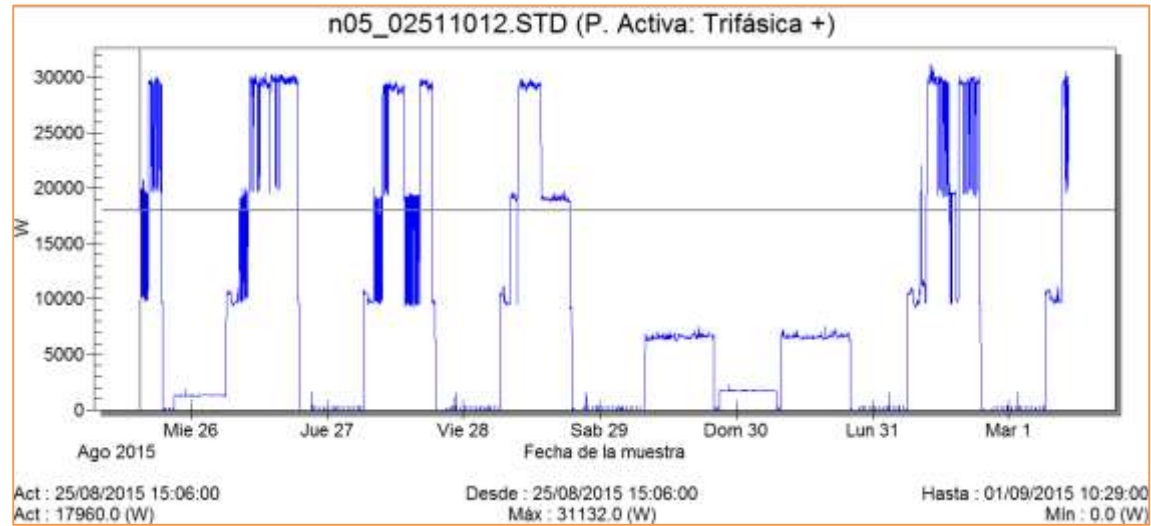


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 25/08/2015 al 01/09/2015

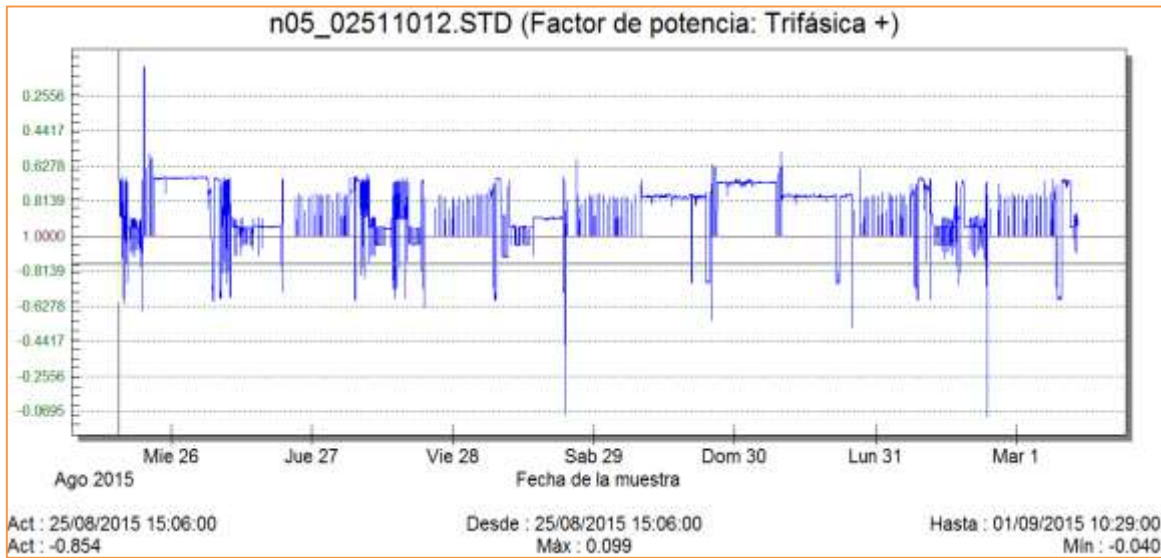


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

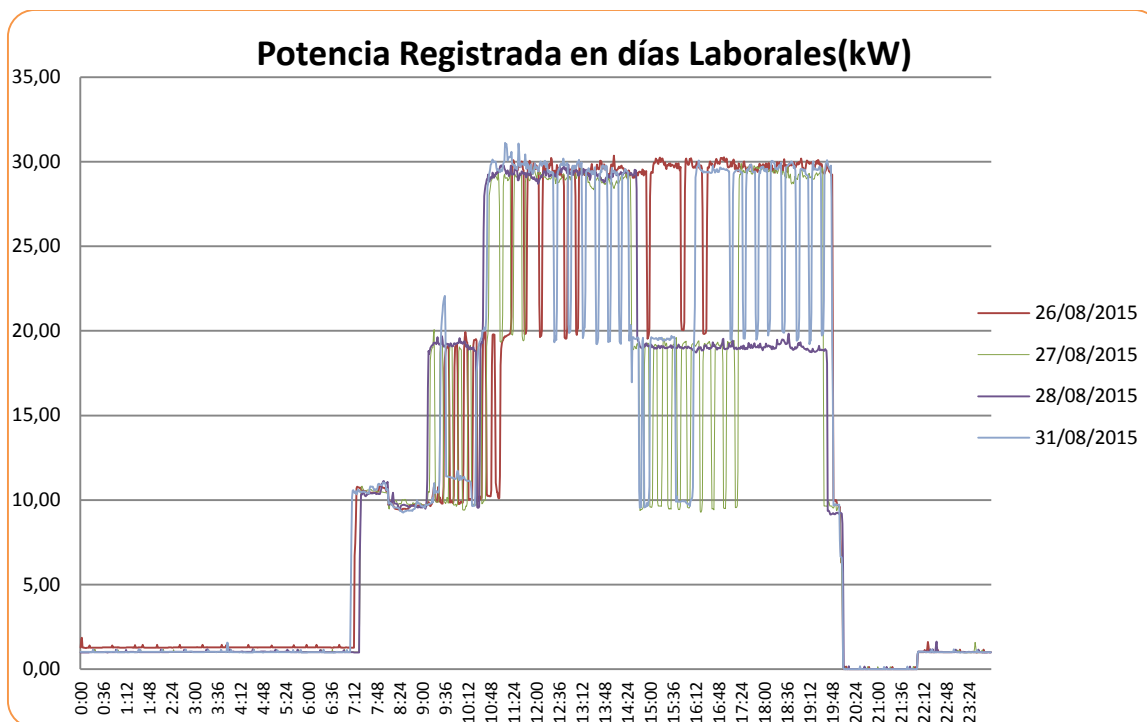


Gráfico 16 Potencia registrada en días laborales (kW)

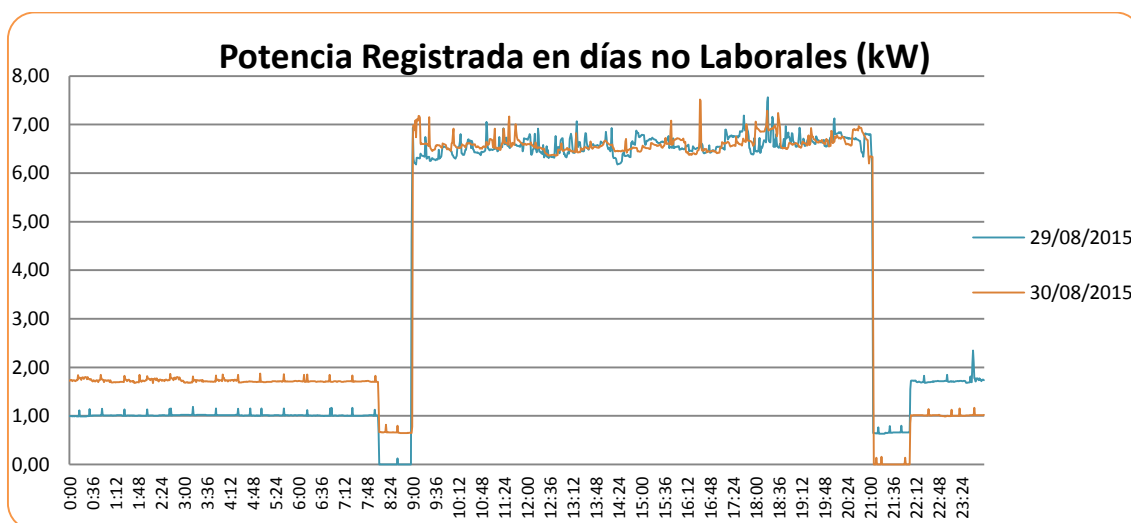


Gráfico 17 Potencia registrada en días no laborales (kW)

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 en los parámetros eléctricos no se observa ninguna demanda de potencia fija.

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

Los días que no son laborales, se observa que el edificio está en funcionamiento en horario de 9:00 a 21:00 ininterrumpidamente, eso sí, reduciendo de manera considerable su uso respecto a los laborales.

Durante las noches, el alumbrado exterior instalado en las fachadas funciona de manera constante, pudiendo decir que durante el periodo de registro funciona en horario de 22:30 a 8:00, teniendo en cuenta que varía en función de la época del año en la que nos encontremos.

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

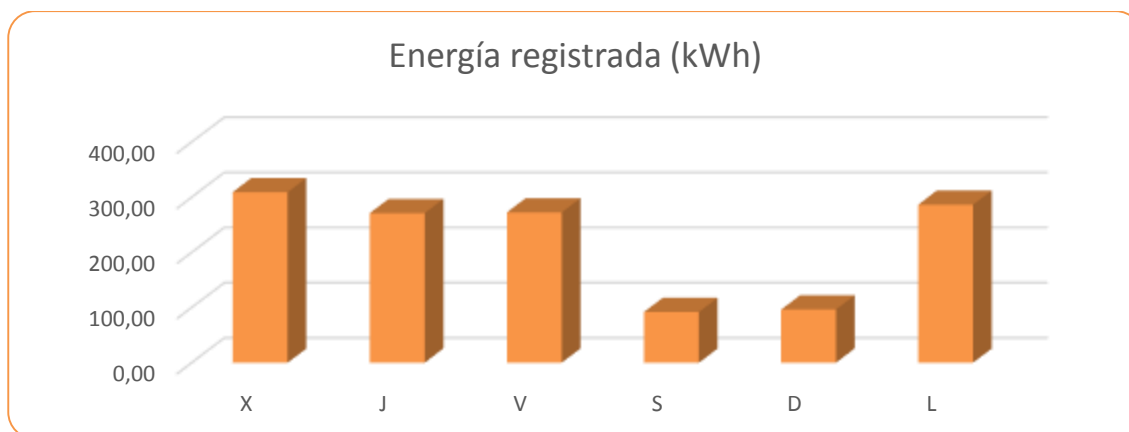


Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborables es de 284,83 kWh y durante los días festivos de 94,12 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 7.304,17 kWh para el mes de Agosto, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en Agosto de 2014 de un 5,23% superior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- Zona de lectura.

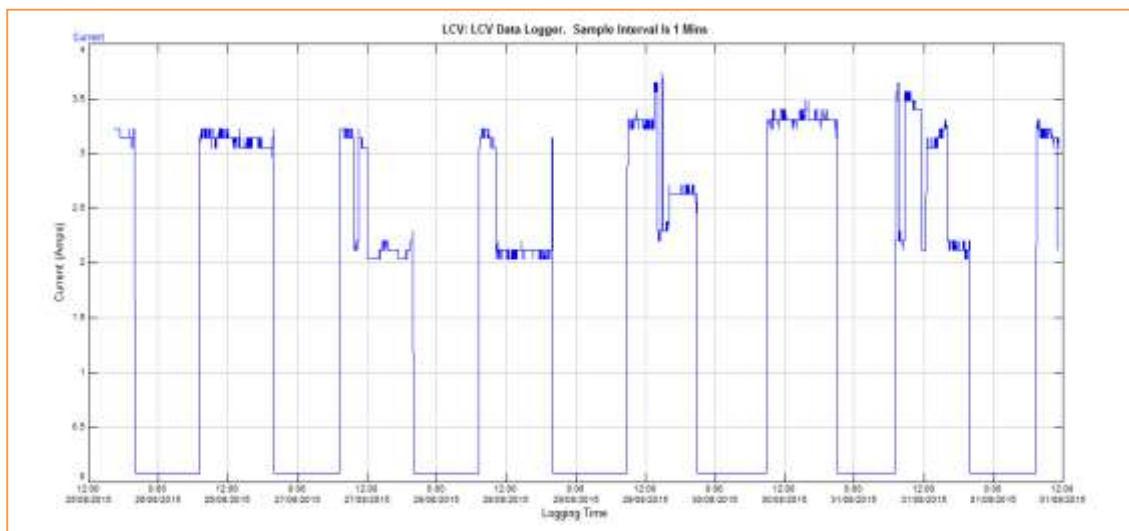


Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en zona de lectura

- Biblioteca infantil



Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en Biblioteca infantil

- **Alumbrado exterior**

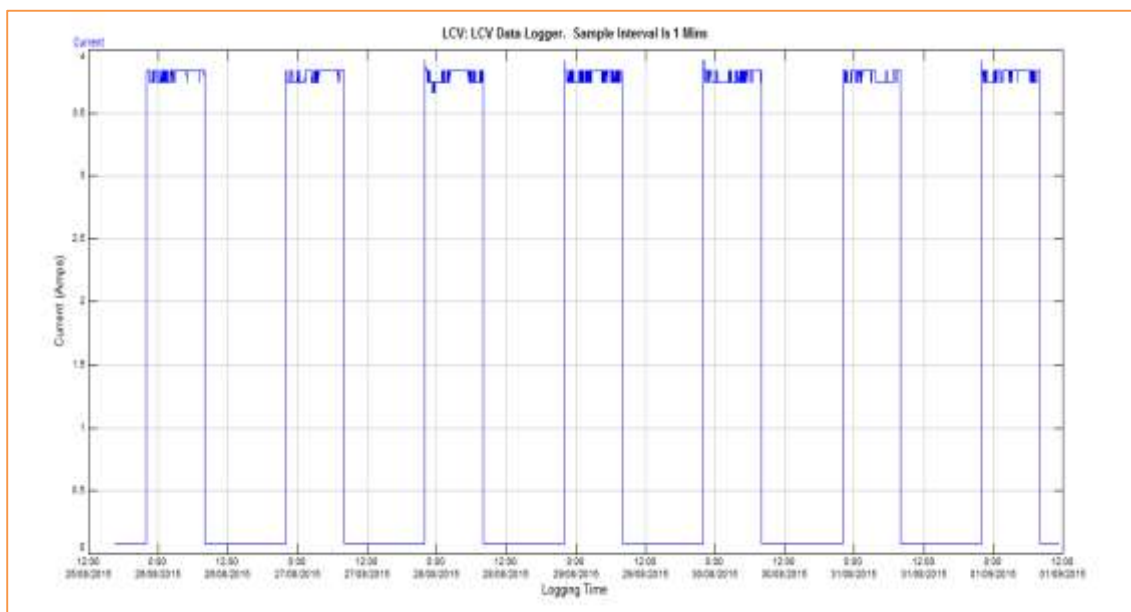



Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en Alumbrado exterior.

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

- Iluminación Zona de lectura: 9 h.
- Biblioteca infantil 12 h.
- Alumbrado exterior: 10 h.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

3.2 Medida de nivel de iluminación

No se ha podido realizar la medición de iluminancia media (lux) debido a que el edificio no consta de persianas en sus instalaciones.

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 20 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 02/07/2015 y 09/07/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en varios de los espacios refrigerados y representativos del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Recepción (Planta baja) – Orientación S

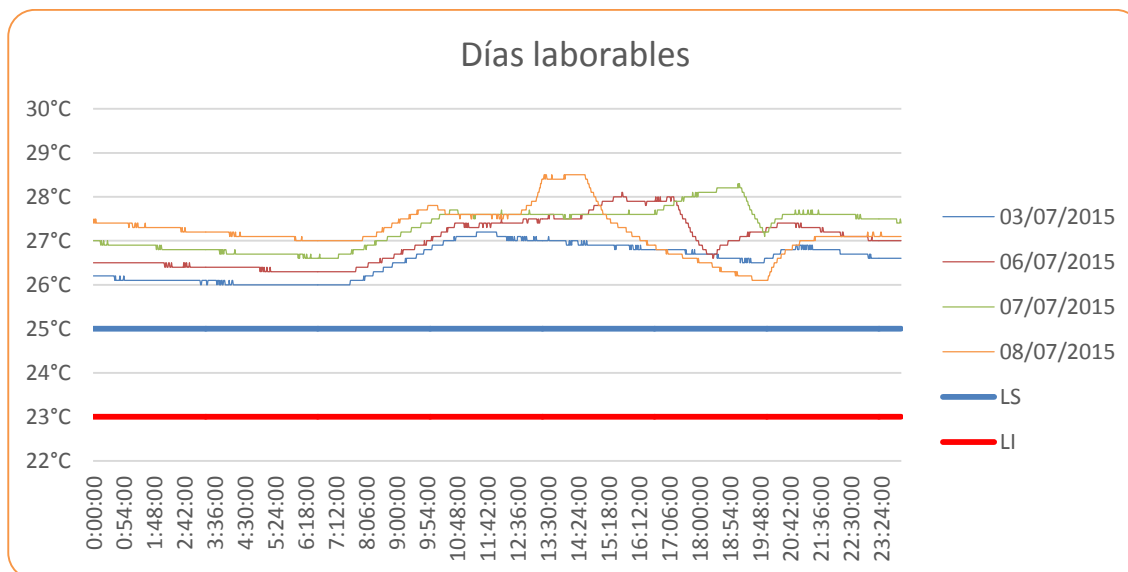


Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables



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

Días laborables

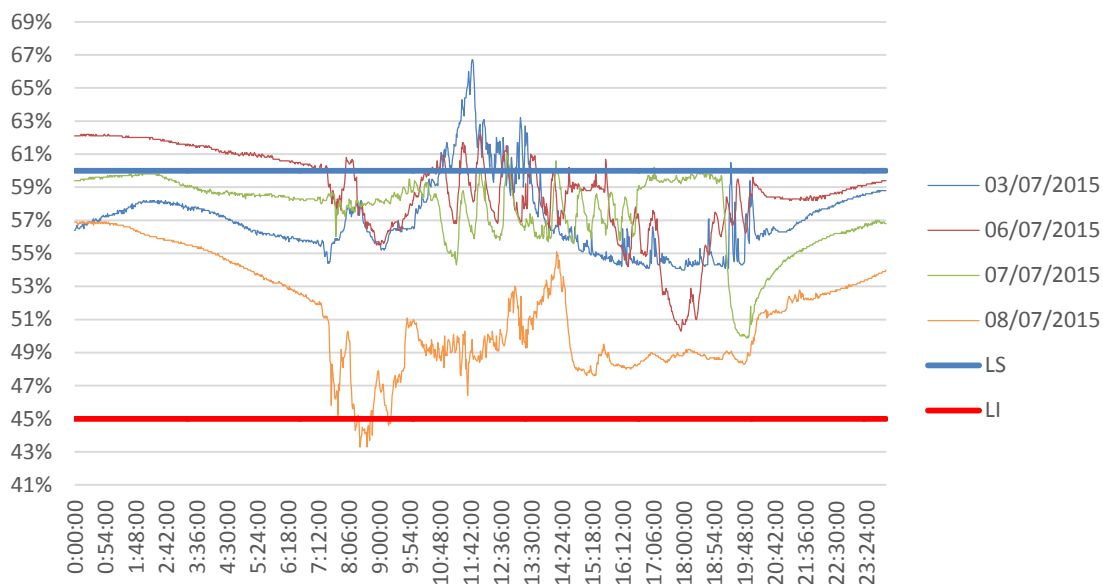


Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables

Festivos y fines de semana

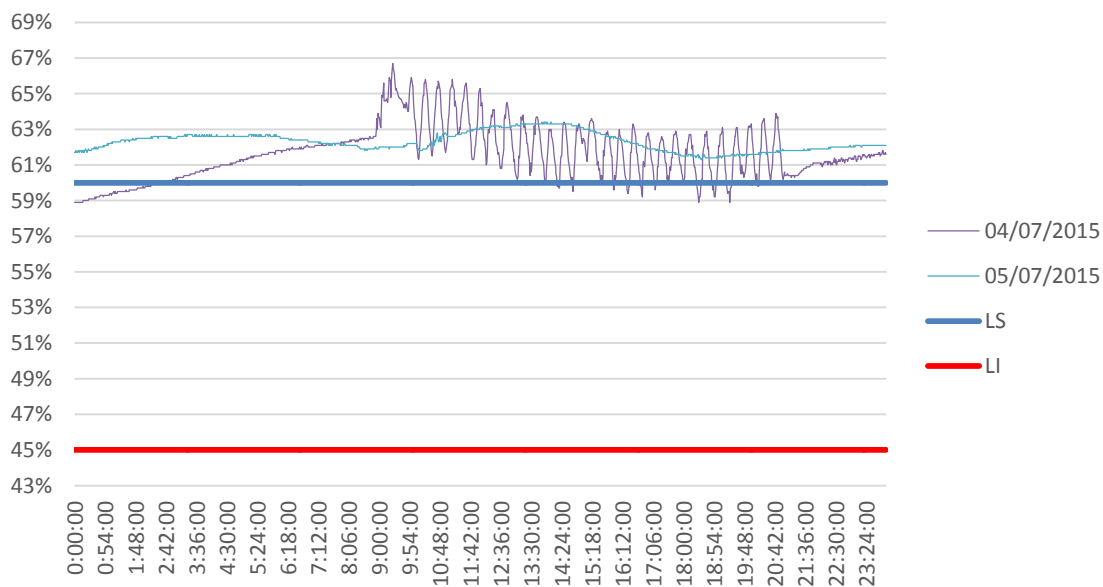


Gráfico 25 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

Esta zona se trata mediante un sistema autónomo split 1x1 tipo bomba de calor con unidad interior de tipo conductos a difusores rotacionales.

Los días laborables (lunes a viernes), se puede observar cómo el sistema de climatización ha permanecido inactivo excepto en momentos puntuales. La temperatura supera los 26°C durante

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

todo el periodo de ocupación, lo que indica que no se cumplen las condiciones de confort indicadas por el RITE en esta zona.

Se observa durante los sábados y los domingos que no existe actividad, debido a que el centro permanece cerrado.

La humedad se sitúa dentro de los límites requeridos por la normativa durante la mayor parte del periodo de ocupación.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran por encima de los 26°C, debido a que el sistema de climatización funcionó de forma intermitente durante la semana registrada, situándose siempre por encima del límite superior establecido por el RITE (25°C) para las condiciones de confort de la temporada de verano.
- ☐ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, de 08:00h a 20:00h de lunes a viernes.

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 E.

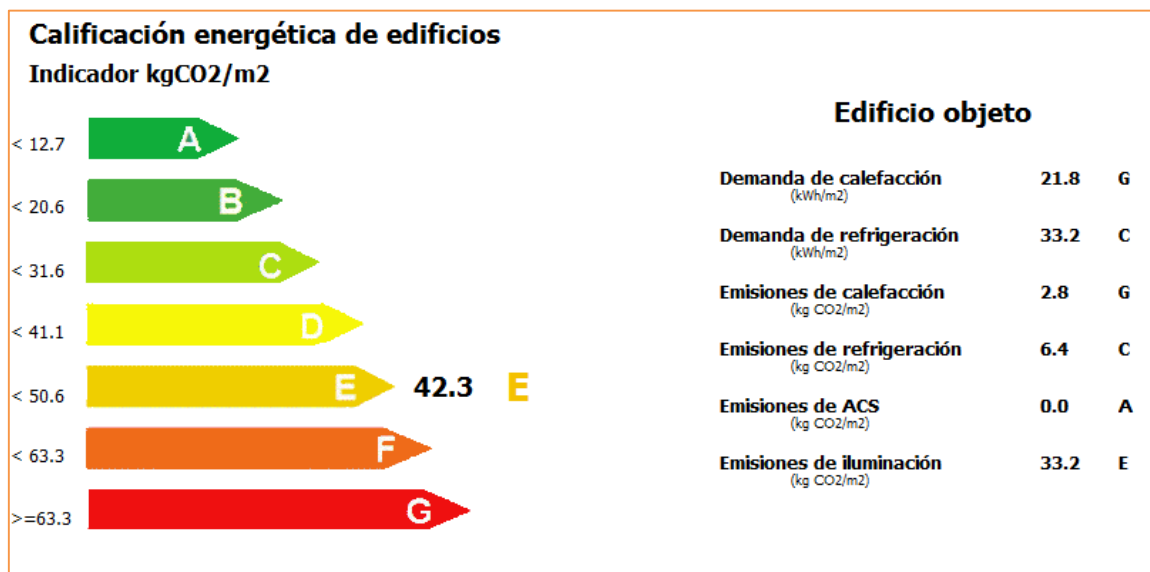


Imagen 10 Etiqueta Certificado Energético

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:

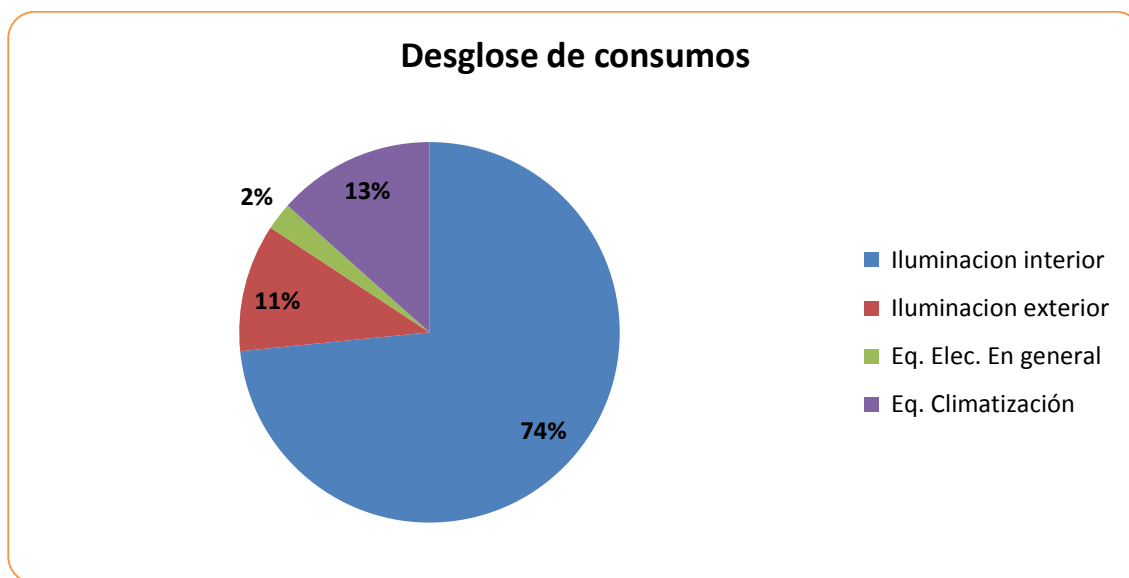


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

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

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

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

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

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

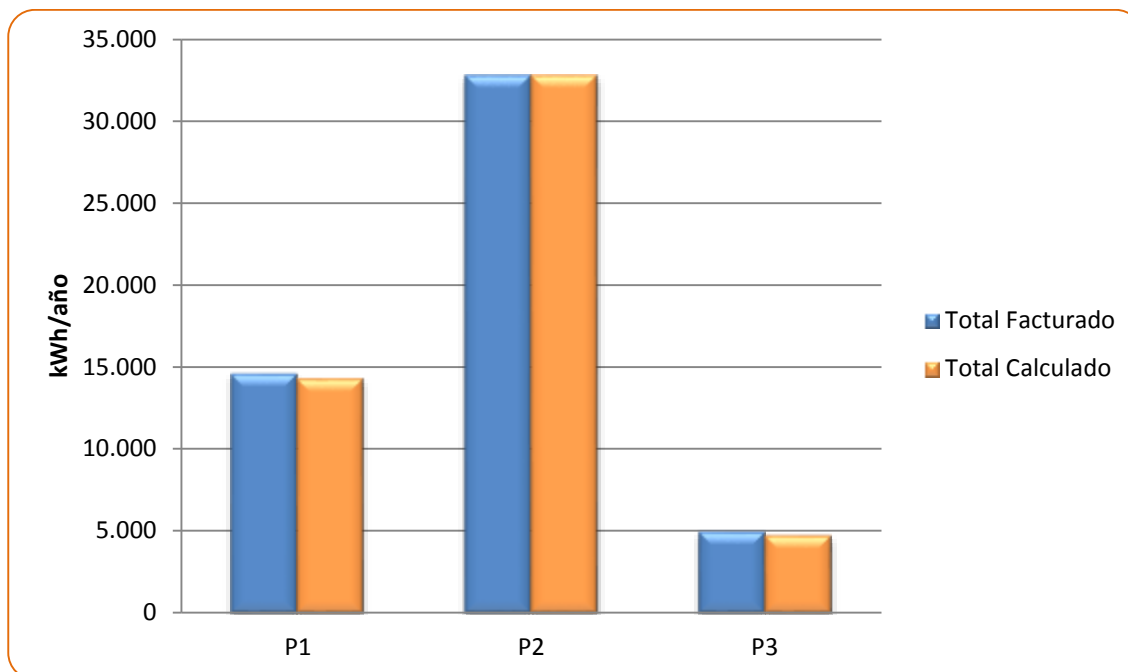


Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo

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 BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

5. ACTUACIONES PROPUESTAS

5.1 Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED

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

Descripción de la mejora

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

Entre las ventajas de las lámparas led se encuentran:

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




Imagen 11 Tubo LED

Aplicación de la mejora

Se propone la sustitución de la iluminación existente por tecnología LED

Para la evaluación económica se han considerado la sustitución de los equipos en todas las lámparas fluorescentes tubulares existentes con balasto electromagnético, seleccionando el tubo led que le corresponde en función de los lúmenes

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

Precio de la energía

El precio de la energía así como el número de horas de funcionamiento se ha calculado en función del desglose de consumos realizado para cada periodo. Los datos de partida para el cálculo final se muestran a continuación:

	P1	P2	P3
Condiciones de contratación de energía (€/kWh)	0,14721	0,11582	0,07950
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	27,12%	71,43%	1,45%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,38027
Horas equivalentes (h/año)	28,54

Inversión


Al ser ésta una Auditoria en Grado de Inversión, para valorar la implantación de esta mejora se ha pedido presupuesto a los principales fabricantes de lámparas e instaladores eléctricos con el fin de calcular la inversión necesaria y obtener un valor promedio realista, en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

Con los datos anteriores se obtienen los resultados de la siguiente tabla, donde se presentan los ahorros tanto energéticos como económicos, así como la inversión necesaria y el periodo de retorno simple de la inversión.

Ahorro energético anual			Ahorro económico			Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
22.250	58,47%	42,48%	2.754,59 €	70,10 €	2.824,69 €	17.711,17 €	6,27	8,88

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

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

Descripción de la mejora

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

Aplicación de la mejora

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

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



Gráfico 28 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el máxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda reducir la potencia contratada a **30 / 30/ 33 kW** para cada uno de los periodos.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

Para tomar esta decisión es necesario estudiar si hay previsto un aumento o disminución de equipos que impliquen un cambio en la demanda actual. Cualquier modificación de potencia instalada o del uso actual de las instalaciones invalida esta opción, que se considera idónea en las condiciones actuales.

Cálculo de ahorros

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia fijado en el R.D. 1454/2005 del 2 de Diciembre para los contratos del Ayuntamiento de Marbella, al que se le ha añadido el 5,1127% de impuesto de electricidad.

Tipo de tarifa	P1 (€/kW año)	P2 (€/kW año)	P3 (€/kW año)
3.0 A	42,81	25,69	17,12

La inversión de la medida puede considerarse prácticamente nula, ya que las comercializadoras eléctricas cobran una cantidad media inferior a los 20€ por la realización de las gestiones.

Ahorros económicos

POT CONTRATADA			POTENCIA RECOMENDADA			Ahorro económico €/año
P1	P2	P3	P1	P2	P3	
47,6	47,6	47,6	30	30	33	852,78 €

Compartiva Coste Término de Potencia (€/año)

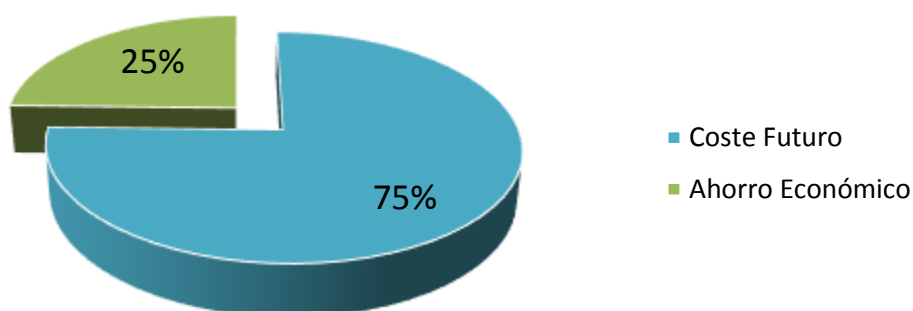



Gráfico 29 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

Riesgo técnico

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

5.3 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante

INTRODUCCIÓN

Tal y como se muestra en el apartado dedicado a la descripción de los equipos de producción de frío y calor, el centro consta de equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.

Durante más de cuarenta años, El R-22 (HCFC-22) ha sido el refrigerante de referencia para los sistemas de bomba de calor y aire acondicionado, sin embargo se ha demostrado que las emisiones a la atmosfera de este refrigerante (principalmente por fugas) contribuyen a la destrucción de la capa de ozono.

En consecuencia, las agencias medioambientales acordaron un calendario para la eliminación total del R-22, obligando a los productores de refrigerante y fabricantes de equipos de climatización a encontrar alternativas menos nocivas. El reglamento de la UE (1005/2009) que controla el uso en la UE de las sustancias que destruyen la capa de ozono, establece que a partir del 1 de enero de 2015 queda prohibida totalmente la utilización de R-22 (nuevo, reciclado o recuperado) en equipos o sistemas.

Esto significa que las unidades con este refrigerante que están actualmente el funcionamiento pueden seguir operativas, pero en caso de fallo por fugas o necesidad de otros servicios, estas unidades no se pueden reparar correctamente.

Las unidades con R-22 tienen una esperanza de vida de 10 años y la mayoría han alcanzado dos tercios de su vida útil por lo que lo más adecuado sería planificar una sustitución anticipada, en lugar de arriesgarse a un mayor coste y largos periodos de inactividad cuando la unidad antigua empiece a funcionar mal. Los fabricantes ofrecen la posibilidad de realizar una reconversión del sistema utilizando un refrigerante sustituto, sin embargo esta opción puede acarrear múltiples inconvenientes:

- Posible mal rendimiento del sistema por falta de control del recalentamiento y subenfriamiento del nuevo refrigerante.
- El aceite mineral utilizado con el R-22 puede crear una barrera térmica en el intercambiador, siendo necesario sustituirlo por otro tipo de aceite.
- Algunos sustitutos directos afectan negativamente a la capacidad y eficiencia del sistema, lo que implica mayor tiempo de funcionamiento del equipo en aplicaciones que funcionan de manera continua.
- Es usual tener que cambiar o reajustar la válvula de expansión.
- Para asegurar la fiabilidad del sistema es necesario realizar diversos ajustes y operaciones de mantenimiento.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

CRITERIOS DE DISEÑO

De forma general, para la realización de los cálculos se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para equipos de más de 15 kW de capacidad se recomienda, como solución más rentable y menos perjudicial para el medio ambiente, invertir en una reforma completa de la instalación (circuito nuevo) diseñada específicamente para los sustitutos del R22, obteniéndose los siguientes beneficios:
 - Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
 - Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
 - Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
 - Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂)
- En el caso de los equipos tipo split 1x1 en el rango de potencias consideradas como domésticas (<15kW), en algunos casos es posible realizar directamente la sustitución de la unidad exterior e interior tras realizar una limpieza con nitrógeno sin tener que reemplazar completamente el circuito de refrigerante, siempre y cuando coincida el diámetro de tubería y teniendo en cuenta que puede reducirse la longitud máxima de tubería entre ambas unidades.
- Las horas de funcionamiento equivalentes en modo calefacción y en modo refrigeración se han determinado mediante la aplicación de factores de carga que responden al horario de funcionamiento de los equipos, al estado actual de los mismos y a la severidad climática (grados día de calefacción HDD-15 y de refrigeración CDD-20) del municipio al que pertenece el centro. El factor de carga en este caso se sitúa en torno al 25-30%. Estas estimaciones se apoyan en las mediciones realizadas en equipos con similares condiciones de funcionamiento.
- El rendimiento medio estacional del equipo actualmente instalado se ha determinado partiendo del rendimiento nominal afectado por los siguientes factores reductores (este criterio se corresponde con el propuesto por el IDAE en los programas de certificación energética):
 - Factor de ponderación: Su valor se calcula en base a la tipología del equipo actualmente instalado, al horario de funcionamiento y a la zona climática a la que pertenece el centro.

Intensidad	Fp .Calefacción	Fp .Refrigeración
media 12h	0,728	0,786

Tabla 21 Factor de ponderación

- El dimensionamiento de los nuevos equipos propuestos a sustituir se ha realizado manteniendo la capacidad térmica del equipo actualmente instalado, comprobando que el ratio W/m² se adapta a las necesidades de la zona. Las características del nuevo equipo a implantar de deben adaptar a las condiciones técnicas de la instalación existente (por ejemplo en el caso de equipos de conductos con impulsión a rejillas lineales, difusores, toberas, multi-toberas, etc.).

 SONINGEO ENERGY SERVICIOS ENERGÉTICOS	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05


- El rendimiento estacional considerado para los nuevos equipos propuestos es el recogido en la información técnica de los catálogos de las principales marcas calculado según la EN14825.
- Para el cálculo de la inversión se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de equipos y a empresas instaladoras para obtener un valor promedio realista.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

RESUMEN DE PROPUESTAS – Equipos con R-22

A continuación se resumen el ahorro energético y económico, así como el periodo de amortización derivado de la sustitución de los equipos que utilizan R-22 como refrigerante instalados en el centro.

Zona de tratamiento	Tipología de equipo	Horario	Capacidad Frigorífica (kW)	Capacidad Calorífica (kW)	horas anuales equivalentes - Refrig.	horas anuales equivalentes - Calef.	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Emisiones evitadas (tn CO2)	Inversión (€)	Periodo de retorno simple (años)	Actuación propuesta
Zona de lectura / Recepción / Pasillo	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	09:00-21:00	20,00	23,00	228	0	1.125,65	48,6%	148,04	0,45	6.161,87	41,62	NO
Zona de lectura	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	09:00-21:00	20,00	23,00	228	0	1.125,65	48,6%	148,04	0,45	6.161,87	41,62	NO
Biblioteca infantil	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	09:00-21:00	20,00	23,00	228	0	1.125,65	48,6%	148,04	0,45	6.161,87	41,62	NO

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

RESUMEN DETALLADO

ZONA DE LECTURA, RECEPCIÓN, PASILLO Y BIBLIOTECA INFANTIL – Sistema autónomo de expansión directa –Split – 1x1 – Conductos

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	21,30	26,10	2,10	2,96	1,65	2,15
Propuesto	20,00	23,00	3,21	3,41	3,21	3,41

Tabla 22 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	3.448,25 €
	Unidad interior	1.214,20 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	455,12 €
	Instalación eléctrica y de control	144,30 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	900,00 €
	TOTAL	6.161,87 €

Tabla 23 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto				
(kWh/año)	(kWh/año)	(kWh/año)	(kWh/año)	kWh/año	€/año	€	años
0,00	3.819,11	2.315,40	1.189,75	1.125,65	148,04	6.161,87	41,62

Tabla 24 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Periodo retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	%[1]	€/año	€[2]	años	Ton/año
1.125,65	48,6%	148,04	6.161,87	41,62	0,45


Tabla 25 Resumen de resultados principales obtenidos

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

1

¹ Sobre el consumo eléctrico anual

¹ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

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

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

Aplicación de la mejora

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

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

Ahorro energético

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

- Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO2).

	AUDITORÍA ENERGÉTICA	1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA	25
	BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	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.

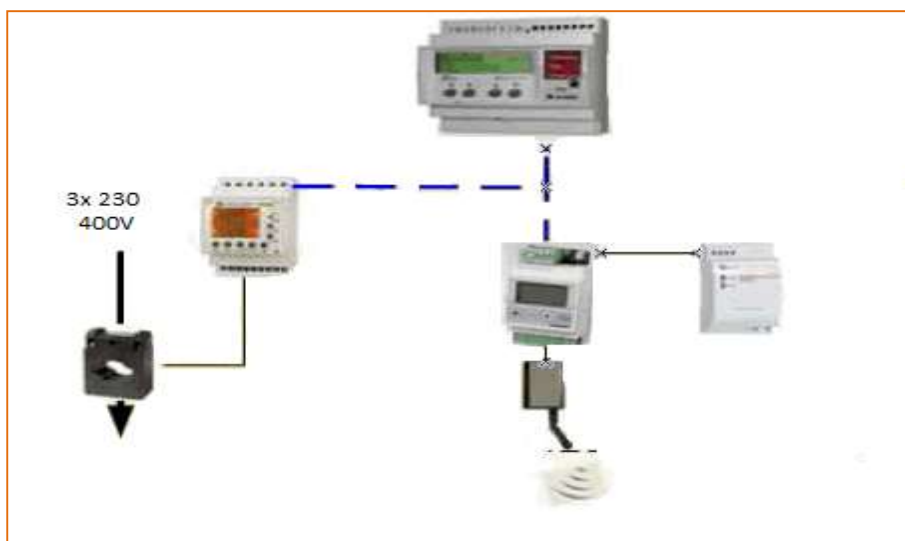



Imagen 13 Esquema de sistema de monitorización

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán directamente a este equipo a través de cable. En cualquier otro caso se hará la comunicación a través de equipos inalámbricos que se comunicarán con un concentrador de señales que irá conectado al gestor energético.

Se contemplará la posibilidad de incorporar un autómata para soluciones más complejas de control, como apagado y rearmado de interruptores en el cuadro principal, control de sistemas de calefacción y climatización a través de las temperaturas en aquellos equipos que lo permitan.

Beneficios de la instalación

Los beneficios de la implantación de este sistema incluyen el control en tiempo real, la configuración de alarmas para consumos excesivos o no deseados, la elaboración de curvas de carga del edificio, el control de facturación, la posibilidad telegestión de los puntos más importantes de la instalación y la disponibilidad de datos necesarios para la detección de ineficiencias y elaboración de estrategias de explotación acordes con la filosofía de eficiencia energética.

Inversión

Al tratarse de una auditoria en grado de inversión, para el cálculo de la inversión necesaria para la aplicación de esta mejora se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de sistemas de monitorización y control para establecer un valor promedio realista en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

El coste de implantación de este sistema dependerá de las variables a controlar con un coste económico mínimo estimado de 1.500 €.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		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). El termo-acumulador existente se encuentra fuera de funcionamiento.

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:

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SAN PEDRO	1306
		25
		Rev.05

- Curva de carga del edificio continua y uniforme durante la mayor parte de los días del año.
- 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	% ²	€/año	€ ³	años	Ton/año
Cambio de iluminación por Tecnología LED	22.250	58,47%	2.284,69	17.711,17	6,27	8,88
Ajuste de Potencia	-	-	852,78	-	-	-
TOTAL ELÉCTRICAS	22.250	58,47	3.137,47	17.711,17	5,64	8,88

Tabla 26 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

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

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

- 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.

² Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

³ Todos los precios son sin IVA