






INFORME


AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(C.C. San Pedro de Alcántara)


Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_24_20160122

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 Distribución - Grupos de bombeo	8
1.4.4 Unidades Terminales.....	9
1.5 Iluminación.....	14
1.5.1 Iluminación interior	15
1.5.2 Iluminación exterior	16
1.5.3 Sistemas de control	16
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	16
1.6 Otros equipos	17
1.7 Resumen de potencias instaladas	19
2. CONSUMOS ANUALES.....	20
2.1 Consumos eléctricos	20
2.2 Consumos térmicos.....	23
2.3 Consumos energéticos totales	23
2.4 Índices energéticos.....	23
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	23
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	23
3. MEDICIONES REALIZADAS	24
3.1 Medidas eléctricas.....	24
3.1.1 Registros trifásicos	24
3.1.2 Registros monofásicos.....	27
3.2 Medida de nivel de iluminación	29
3.3 Medidas térmicas.....	30
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	30
3.4 Análisis termográfico.....	33
3.5 Certificación energética	33
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	34

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

4.1	Desglose de consumos eléctricos.....	34
4.2	Desglose de consumos térmicos	35
4.3	Contribución de energías renovables	35
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	36
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	36
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada	38
5.3	Instalación de batería de condensadores	40
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	42
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	42
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	44
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	46
7.1	Energía solar térmica.....	46
7.2	Biomasa	46
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	46
8.	RESUMEN	47

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		24
	C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA		Rev.06

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	C.C. San Pedro de Alcántara
Dirección	Plaza de la Libertad s/n
Tipo de edificio	Centro Cultural
Persona de Contacto	Maribel Acero Telf.: 952 79 93 14
Número de edificios	1

Tabla 1 Resumen datos generales


Las instalaciones del **C.C. San Pedro de Alcántara** que se han auditado se encuentran situadas en la **Plaza de la Libertad s/n** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**.



Imagen 1 Vista general del C.C. San Pedro de Alcántara



Imagen 2 Vista aérea del C.C San Pedro de Alcántara

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA		1306
			24
			Rev.06

EDIFICIO	Nº plantas	Sup. Útil m²	Ocupación	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	1	764	-	Jun - Agosto: 09:00-14:00 Sep - May: 09:00-14:00 / 17:00-21:00	1975	2010	Remodelación completa (Paso a ser Centro Cultural)

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

CEIP Isaac Peral	Ocupación	Horario de funcionamiento	Uso
Sala Exposición		09:00-14:00 17:00-21:00	A disposición
Hall-Principal	1	09:00-14:00 17:00-21:00	Conserjería
Desp. Concejal	1	09:00-14:00	Despacho (No esta todos los días)
AT. Al Público	1	09:00-14:00	Atención al público
Sala Informática	10	Depende Cursos ofertados	Aula
Sala de ensayo	-	Se reserva	
Sala Percusión	-	Depende Cursos ofertados 2-3 veces por semana	Aula
Cine (emite a super8 y en breve se sustituirá por digital)	-	Distintos ciclos / 2 veces por semana / En verano no se usa	
Sala Cursos 1	-	Suelen durar 2 meses y cuando ahí son de 17:00-21:00	A disposición
Sala Cursos 2	-	Suelen durar 2 meses y cuando ahí son de 17:00-21:00	A disposición
Talleres de pintura	-	Suelen durar 2 meses y cuando ahí son de 17:00-21:00	A disposición

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0	Planta -1	Sup. Total (m²)
Administrativo	60	--	60,15
Aseos	36	--	35,88
Aulas	200	--	200,49
Usos múltiples	158	--	158,37
Zonas comunes	154	4	157,88
Sup. Total (m²)	609	4	613

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 aulas abarca el 32% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a usos múltiples y zonas comunes con un 26%.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		24
	C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA		Rev.06

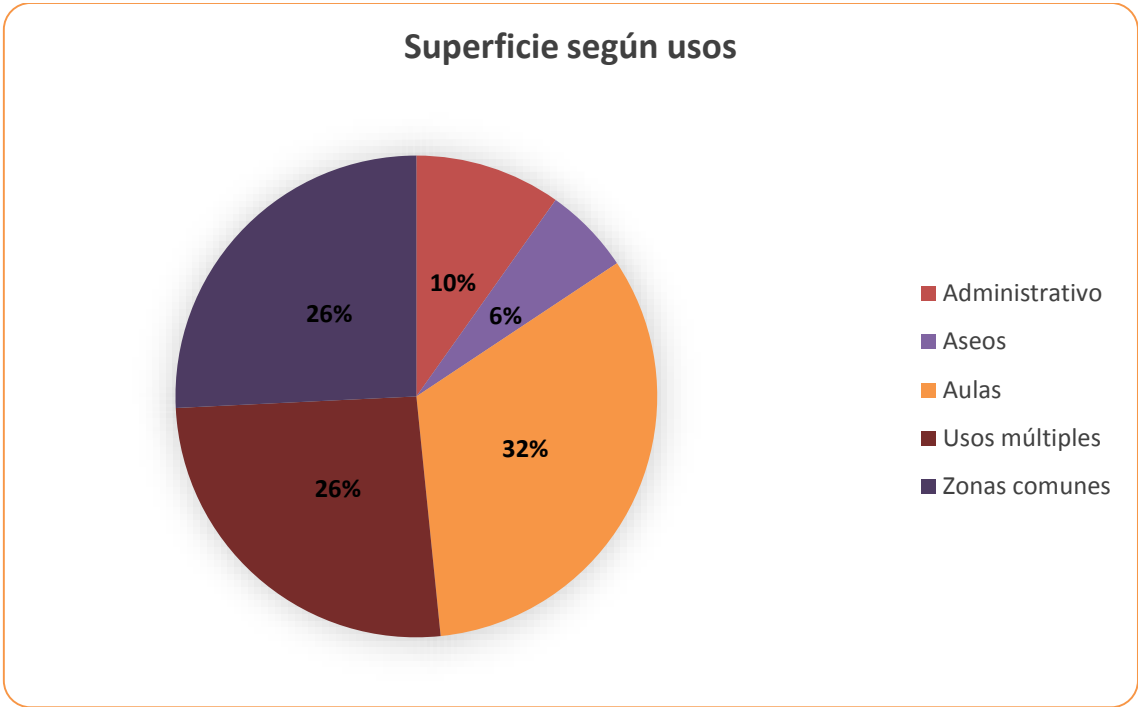
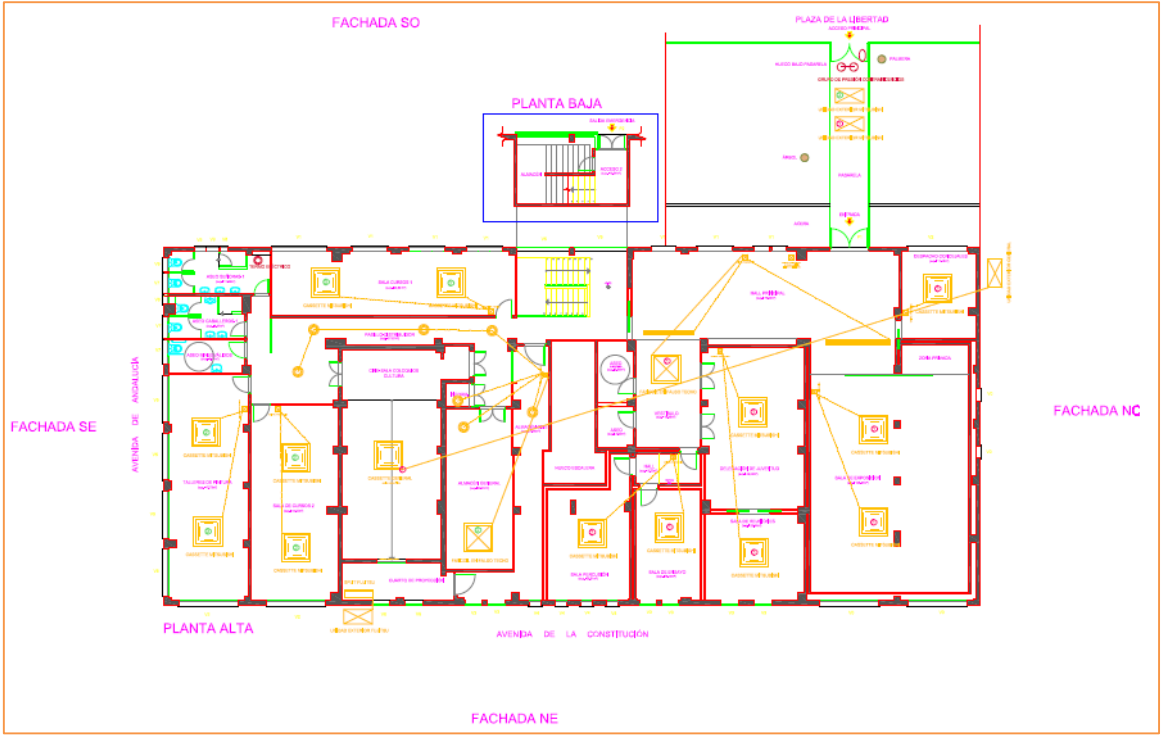


Gráfico 1 Superficie según Usos

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



Plano 1 Planta Baja

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

1.3 Envolverte y cerramientos

El Edificio fue construido en el año 1975, sin embargo en el año 2010 el edificio sufrió una reforma completa, por tanto se construyó con la normativa correspondiente, siendo esta:

En 1999 se publica la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación que tiene como principal objetivo el de regular el sector de la edificación. En materia de reglamentación era preciso actualizar una reglamentación que había quedado profundamente obsoleta por lo que la ley insta y autoriza al Gobierno para la aprobación de un Código Técnico de la Edificación mediante Real Decreto que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Los documentos básicos que regulan la envolvente térmica y los cerramientos son:

DB SI: Seguridad Caso de Incendio

DB HS: Salubridad

DB HR: Protección frente al Ruido

DB HE: Ahorro de energía

El Centro Cultural de San Pedro de Alcántara se encuentra situado en el entresuelo de un bloque de viviendas, siendo sus fachadas de ladrillo acabado en liso continuo.

La carpintería exterior se encuentra reformada completamente con ventanas de PVC y doble cristal.

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 C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		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 zonas técnicas de planta baja y en fachada y unidades interiores de diferentes tipologías (pared, cassette y conductos). Se trata de sistemas de volumen de refrigerante variable (VRV) y de equipos autónomos tipo split 1x1.

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

1.4.1 Producción de ACS

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

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)
Edificio principal	0	Aseo Señoras	1,80	150

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS

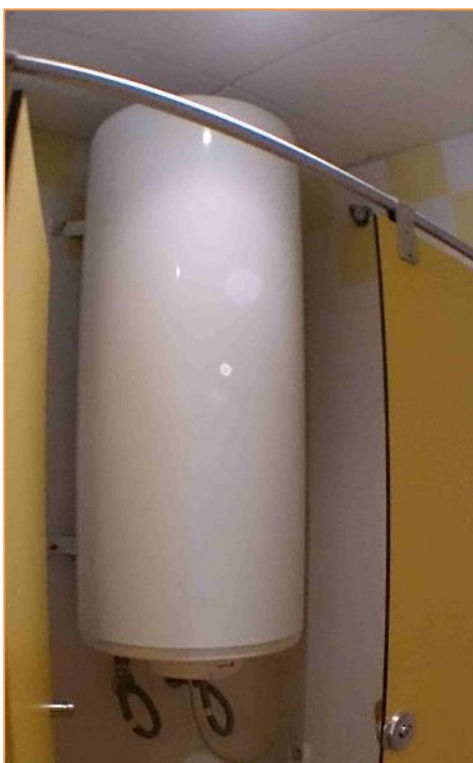



Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		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	3	4
Generador	Unidad exterior - VRV	Unidad exterior - VRV	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Pasarela entrada	Pasarela entrada	Fachada NE	Fachada NO
Zona de tratamiento	Varias	Varias	Cuarto de Proyección	Cine-Sala Coloquios
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	MITSUBISHI	MITSUBISHI	FUJITSU	General
Modelo	FDC680KXE6	FDC615KXE6	AOY9UFCC	AUG45UUAS
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2010	2010	2010	2010
Potencia Frigorífica (kW)	68,00	61,50	2,60	12,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	24,98	20,37	1,07	3,58
EER	2,72	3,02	2,43	3,49
Potencia Calorífica (kW)	73,00	69,00	2,95	14,00
Potencia Absorbida Calor (kW)	19,08	18,48	0,90	3,58
COP	3,83	3,73	3,28	3,91
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	17:00-21:00	17:00-21:00	17:00-21:00	17:00-21:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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 – Bomba de calor – Sistema VRV

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

Calefacción	158,95 kW
Refrigeración	144,60 kW

Tabla 7 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo


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

Nº bomba	1	2
Circuito	Grupo de presión incendios	Grupo de presión incendios
Edificio	Edificio principal	Edificio principal
Ubicación	Pasarela entrada	Pasarela entrada
Denominación	B1	B2
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	ESPA	ESPA
Modelo	MULTI55 7 N	MULTI35 6 N
Año de instalación	-	-
Variador de frecuencia	No	No
Caudal (l/h)	-	-
Presión disponible (m.c.a.)	-	-
Potencia abs (kW)	4,90	2,70

Tabla 8 Características grupos de bombeo



Imagen 6 Grupos de bombeo – Grupo de presión de incendios

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

1.4.4 Unidades Terminales

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


Unidades interiores – Expansión directa

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

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

Característica	1	2	3	4
Unidad terminal	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV
Tipo	Conductos	Cassette	Cassette	Cassette
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV
Planta	0	0	0	0
Zona de tratamiento	Hall Principal	Despacho Concejales	Sala de Exposición	Sala de Exposición
Marca	-	MITSUBISHI	MITSUBISHI	MITSUBISHI
Modelo	-	FDT56KXE6A	FDT160KXE6A	FDT160KXE6A
Cantidad	1	1	1	1
Batería calor	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	15,00	6,30	18,00	0,00
Batería frío	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	15,00	5,60	16,00	0,00
Pot. Abs. (kW)	0,15	0,04	0,14	0,14
Tipo control	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario
Observaciones	Características térmicas estimadas	0	0	0

Tabla 9 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas


	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

Característica	6	7	8	9
Unidad terminal	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV
Tipo	Cassette	Cassette	Cassette	Conductos
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV
Planta	0	0	0	0
Zona de tratamiento	Sala de Informática	Sala de Ensayo	Sala Percusión	Pasillo - Distribuidor
Marca	DAIKIN	DAIKIN	DAIKIN	-
Modelo	FDT90KXE6A	FDT56KXE6A	FDT90KXE6A	-
Cantidad	1	1	1	1
Batería calor	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	10,00	6,30	10,00	8,00
Batería frío	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	9,00	5,60	9,00	8,00
Pot. Abs. (kW)	0,14	0,04	0,14	0,15
Tipo control	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario
Observaciones	-	-	-	Características térmicas estimadas

Tabla 10 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas

Característica	11	12	13	14
Unidad terminal	Unidad interior - Split	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - Split
Tipo	Pared	Conductos	Conductos	Cassette
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - Split	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - Split
Planta	0	0	0	0
Zona de tratamiento	Cuarto de Proyección	Inform.	Almacén General	Cine - Sala Coloquios Cultura
Marca	FUJITSU	-	-	GENERAL
Modelo	ASY9USCCW	-	-	AUG45UUAS
Cantidad	1	1	1	1
Batería calor	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	2,95	8,00	8,00	14,00
Batería frío	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	2,60	8,00	8,00	12,50
Pot. Abs. (kW)	1,07	0,15	0,15	0,10
Tipo control	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario
Observaciones	-	Características térmicas estimadas	Características térmicas estimadas	-

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

Característica	16	17	18	19
Unidad terminal	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV
Tipo	Cassette	Cassette	Cassette	Cassette
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV	Unidad interior - VRV
Planta	0	0	0	0
Zona de tratamiento	Sala de Cursos 2	Sala de Cursos 2	Talleres de Pintura	Talleres de Pintura
Marca	MITSUBISHI	MITSUBISHI	MITSUBISHI	MITSUBISHI
Modelo	FDT112KXE6	FDT112KXE6	FDT112KXE6	FDT112KXE6
Cantidad	1	1	1	1
Batería calor	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	12,50	12,50	12,50	12,50
Batería frío	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	11,20	11,20	11,20	11,20
Pot. Abs. (kW)	0,14	0,14	0,14	0,14
Tipo control	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario	Termostato por usuario
Observaciones	-	-	-	-

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



Imagen 7 Tipología de **unidades interiores** instaladas

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	60,15	24,30	403,99
Aulas	200,49	63,80	318,22
No habitable	59,35	14,00	235,89
Zonas comunes	116,69	23,00	197,10
Usos múltiples	105,37	18,00	170,83
Otros	67,69	16,95	250,41
Total	609,74	160,05	262,49

Tabla 13 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

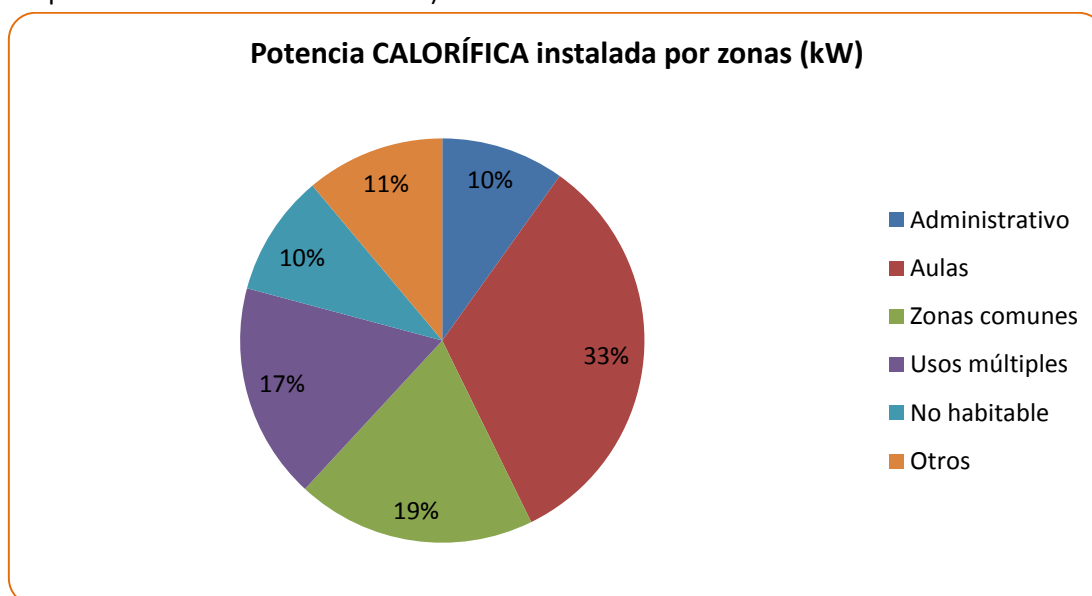


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

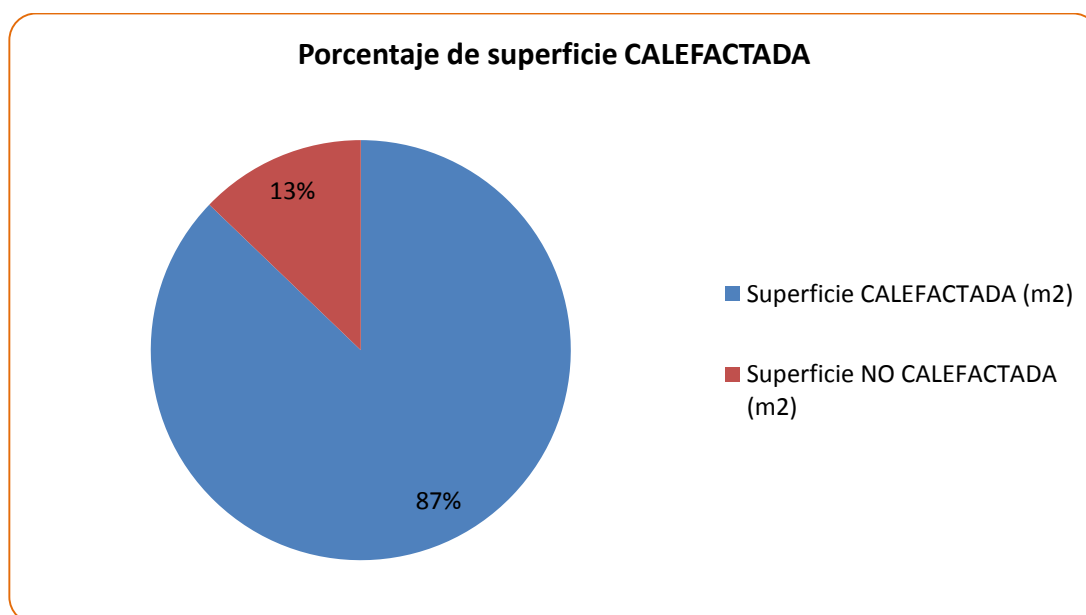


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	60,15	21,60	359,10
Aulas	200,49	57,20	285,30
No habitable	59,35	14,00	235,89
Zonas comunes	116,69	23,00	197,10
Usos múltiples	105,37	16,00	151,85
Otros	67,69	15,10	223,08
Total	609,74	146,90	240,92

Tabla 14 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

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

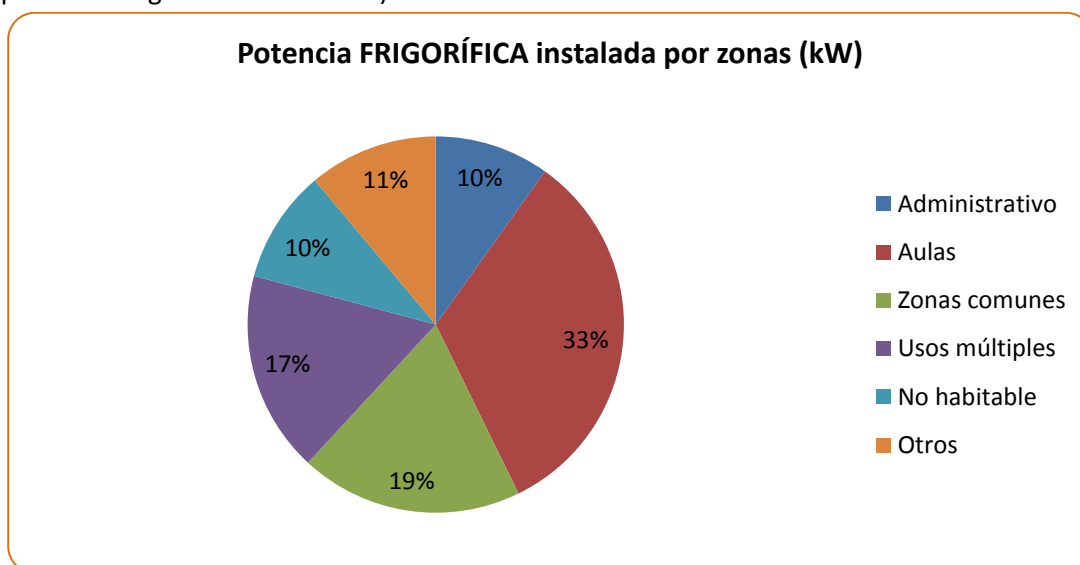


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

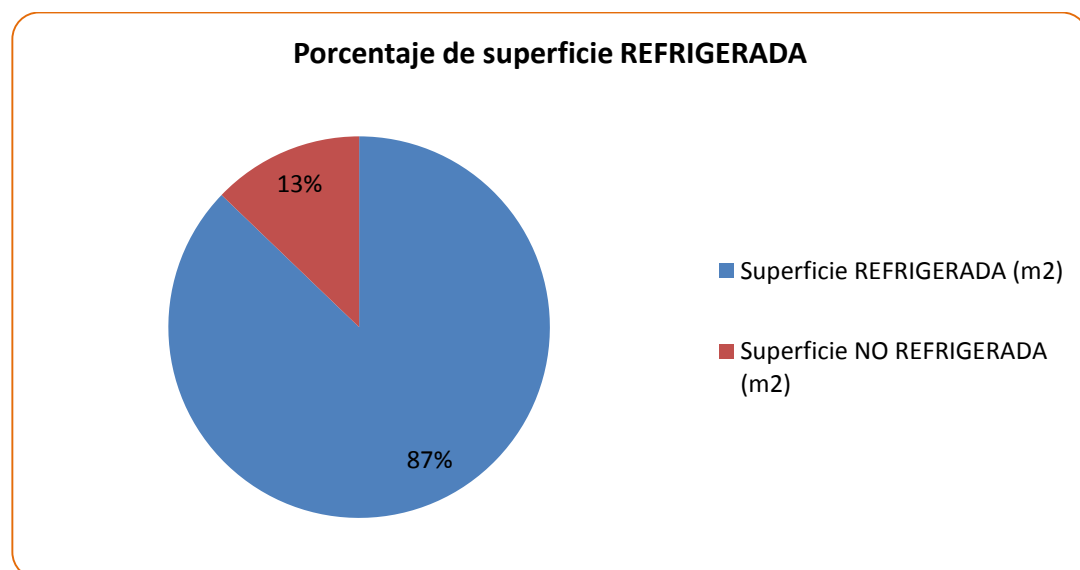


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 10,53 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

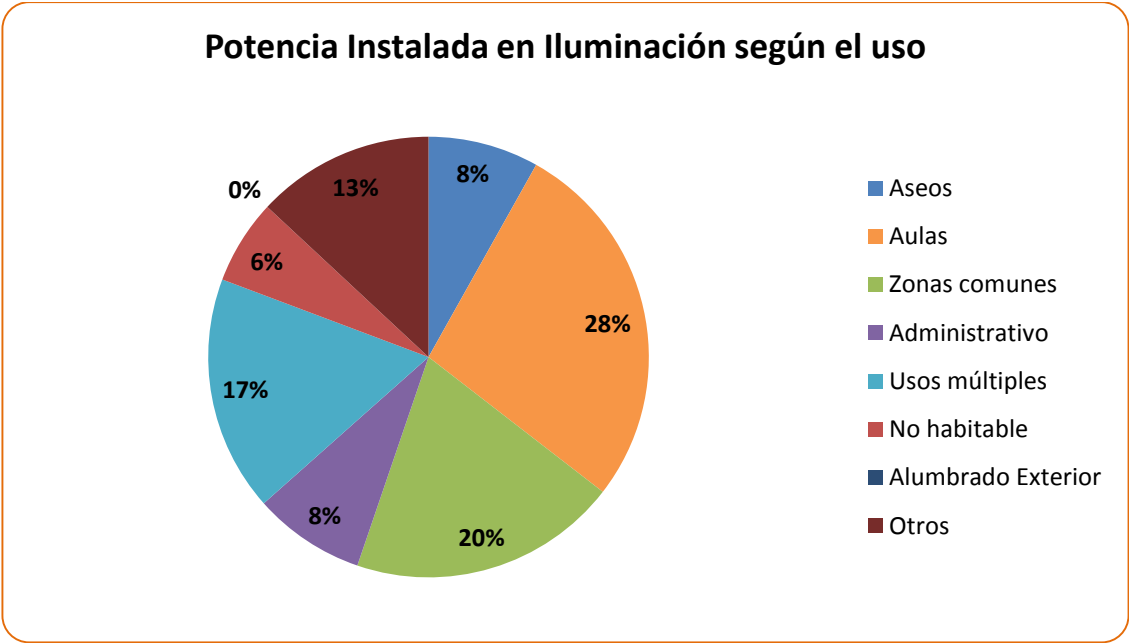


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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.

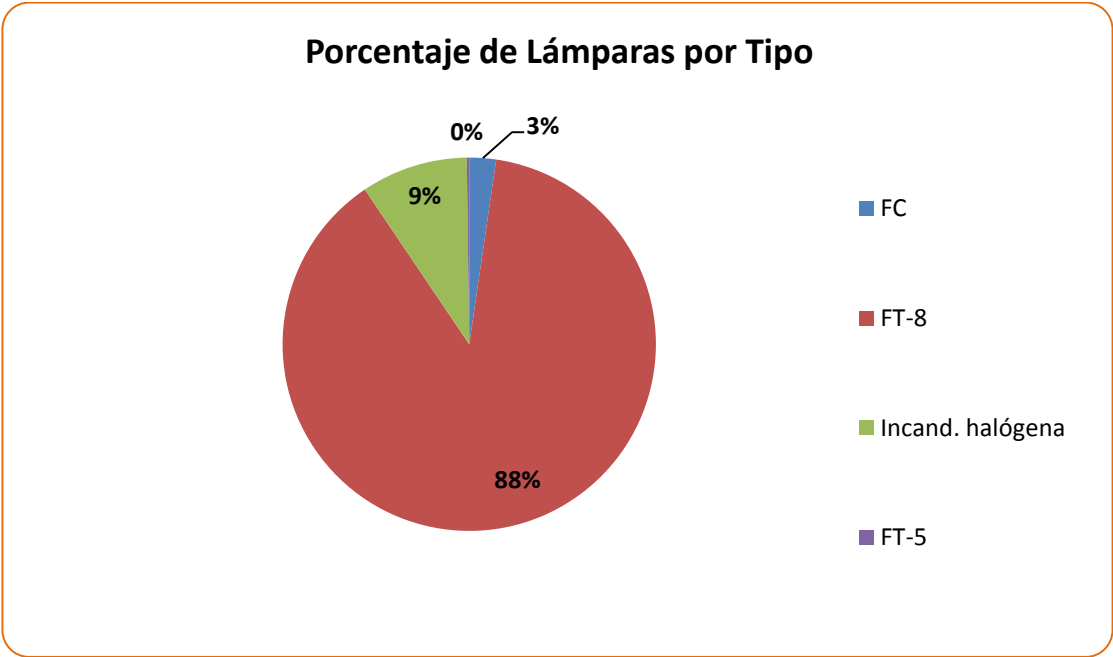


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

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)
EL	122	7,65
FT-8	121	7,63
1	20	0,36
18	20	0,36
4	99	7,13
18	99	7,13
2	2	0,14
36	2	0,14
FT-5	1	0,01
1	1	0,01
13	1	0,01
-	50	2,89
FC	6	0,29
1	1	0,03
26	1	0,03
2	5	0,26
26	5	0,26
Incand. halógena	44	2,60
1	44	2,60
50	36	1,80
100	8	0,80
Total general	172	10,53

Tabla 15 Resumen de lámparas instaladas

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



	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

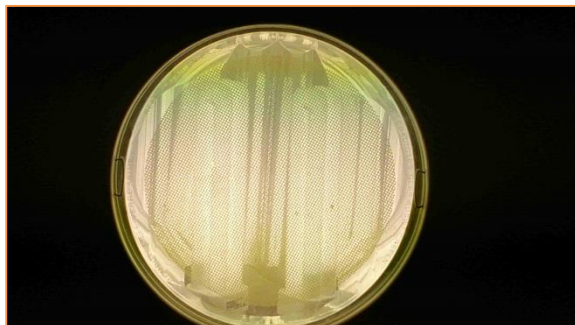


Imagen 8 Tipos de luminarias instaladas

1.5.2 Iluminación exterior

El edificio no presenta ningún tipo de iluminación exterior

1.5.3 Sistemas de control

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

1.5.4 Condiciones de funcionamiento


Dado que las secciones de iluminación del centro cultural 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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Potencia total (kW)
Audiovisual	8	4,11
DVD/CD	2	0,04
20	2	0,04
Proyector	3	3,485
3000	1	3
170	1	0,17
315	1	0,315
Televisión LCD	2	0,5
250	2	0,5
Televisión	1	0,085
85	1	0,085
Electrodoméstico	3	2,08
Máquina de café	1	1,8
1800	1	1,8
Extractor	1	0,03
30	1	0,03
Aspiradora	1	0,25
250	1	0,25
Informático	25	8,725
Ordenador sobremesa	16	4,8
300	16	4,8
Portatil	1	0,15
150	1	0,15
Fotocopiadora	2	2,13
1680	1	1,68
450	1	0,45
Impresora oficina	3	1,335
290	1	0,29
285	1	0,285
760	1	0,76
Otros	3	0,31
20	1	0,02
60	1	0,06
230	1	0,23
Otros	78	11,82
Secador de manos	3	3
1000	3	3
Extractor	2	0,06
30	2	0,06
Otros	73	8,755
200	1	0,2
60	1	0,06
2000	1	2
50	66	3,3
3000	1	3
65	3	0,195
Sonido	23	5,229
Altavoz	16	4,037

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Potencia total (kW)
200	1	0,2
150	1	0,15
300	12	3,6
60	1	0,06
27	1	0,027
Radio-CD	1	0,04
40	1	0,04
Equipo profesional portátil	1	0,3
300	1	0,3
Otros	1	0,03
30	1	0,03
2 Altavoz+Amplificador	1	0,4
400	1	0,4
Biamplicador	2	0,4
200	2	0,4
Reproductor audio	1	0,022
22	1	0,022
Producción de frío y calor	4	50
Unidad exterior - Split	2	4,65
1,07	1	1,07
3,58	1	3,58
Unidad exterior - VRV	2	45,35
24,98	1	24,98
20,37	1	20,37
Distribución - Bombas	2	7,6
Bomba	2	7,6
4,9	1	4,9
2,7	1	2,7
Total general	143	89,56

Tabla 16 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.

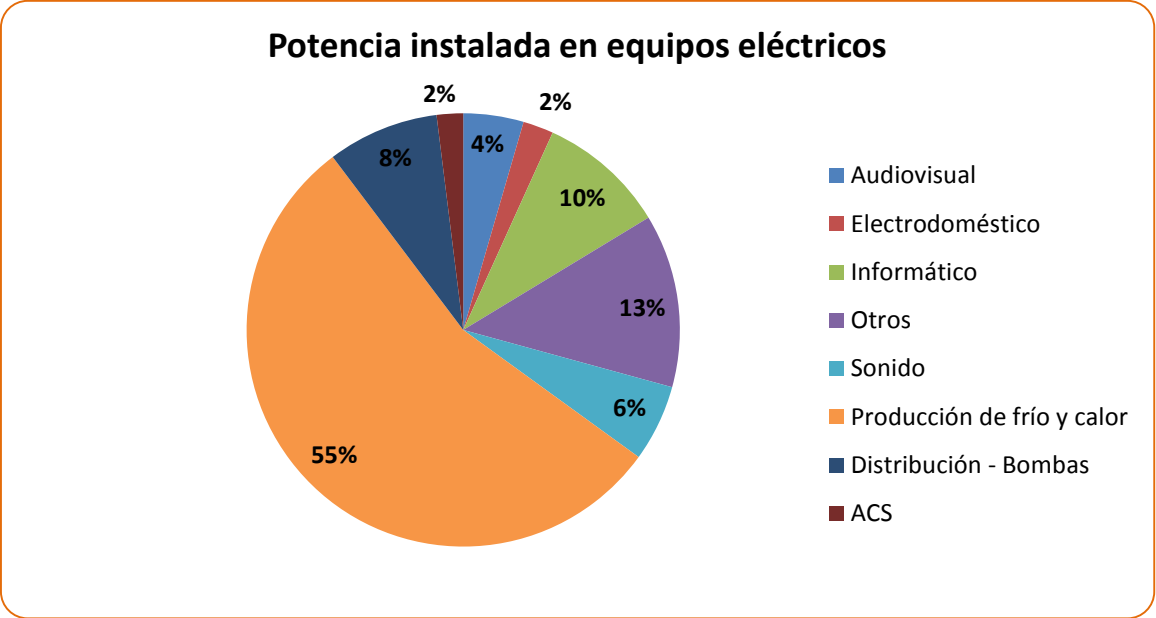
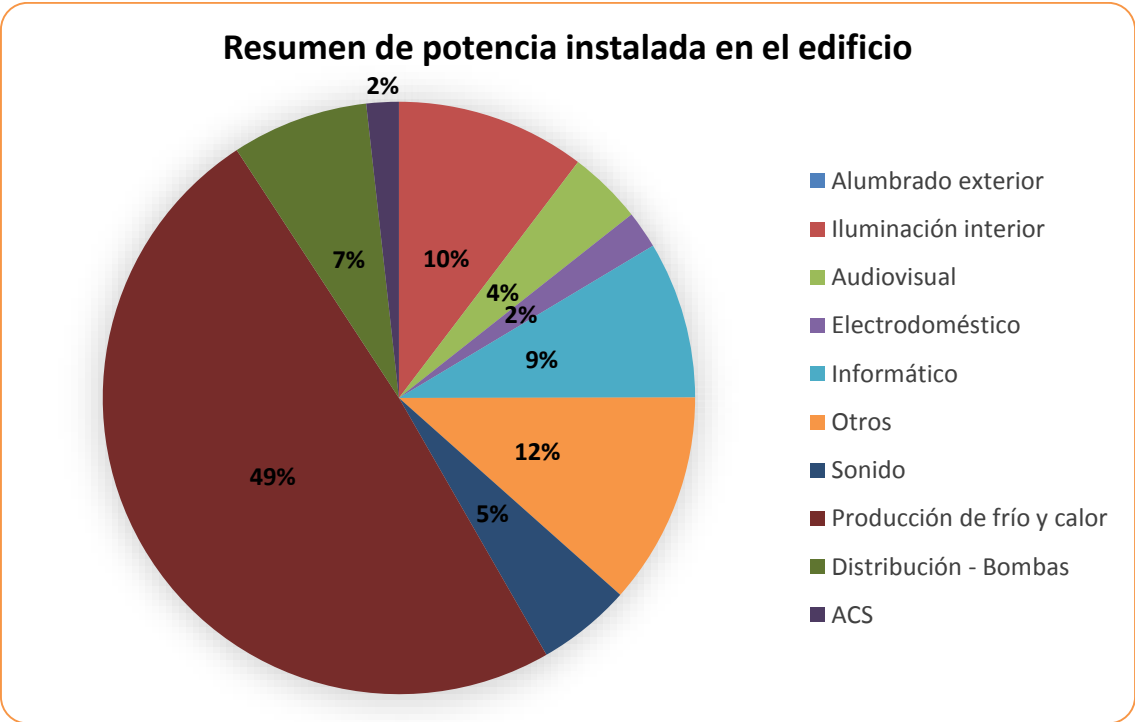


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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



	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

Gráfico 9 Potencia instalada por usos

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	ES0031103021109005DK0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	26,3	26,3	26,3
Término de potencia (€/kW año)	0,111585	0,066951	0,044634
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 (€)
13/01/2014	10/02/2014	682	2176	330	11 /14 /5	45,62	565,37
10/02/2014	10/03/2014	658	2042	345	10 /14 /5	41,89	547,43
10/03/2014	08/04/2014	763	2011	348	13 /15 /5	44,11	567,01
08/04/2014	08/05/2014	834	1835	381	13 /12 /5	64,14	586,55
08/05/2014	09/06/2014	907	1995	485	16 /18 /7	44,69	615,36
09/06/2014	09/07/2014	962	2151	555	30 /18 /6	45,99	641,84
09/07/2014	11/08/2014	1066	2203	511	18 /19 /7	36,58	666,31
11/08/2014	09/09/2014	1096	2242	425	19 /18 /8	31,39	640,58
09/09/2014	08/10/2014	983	2001	513	17 /17 /7	51,21	624,55
08/10/2014	08/11/2014	720	1931	558	13 /15 /8	71,41	614,48
08/11/2014	09/12/2014	533	2139	449	11 /13 /6	79,68	611,30
09/12/2014	09/01/2015	517	2029	408	11 /15 /8	40,75	554,62

Tabla 17 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **597,46 €/año**, por ello se recomienda colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica (En el apartado de mejoras se puede ver la batería de condensadores recomendada).

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

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

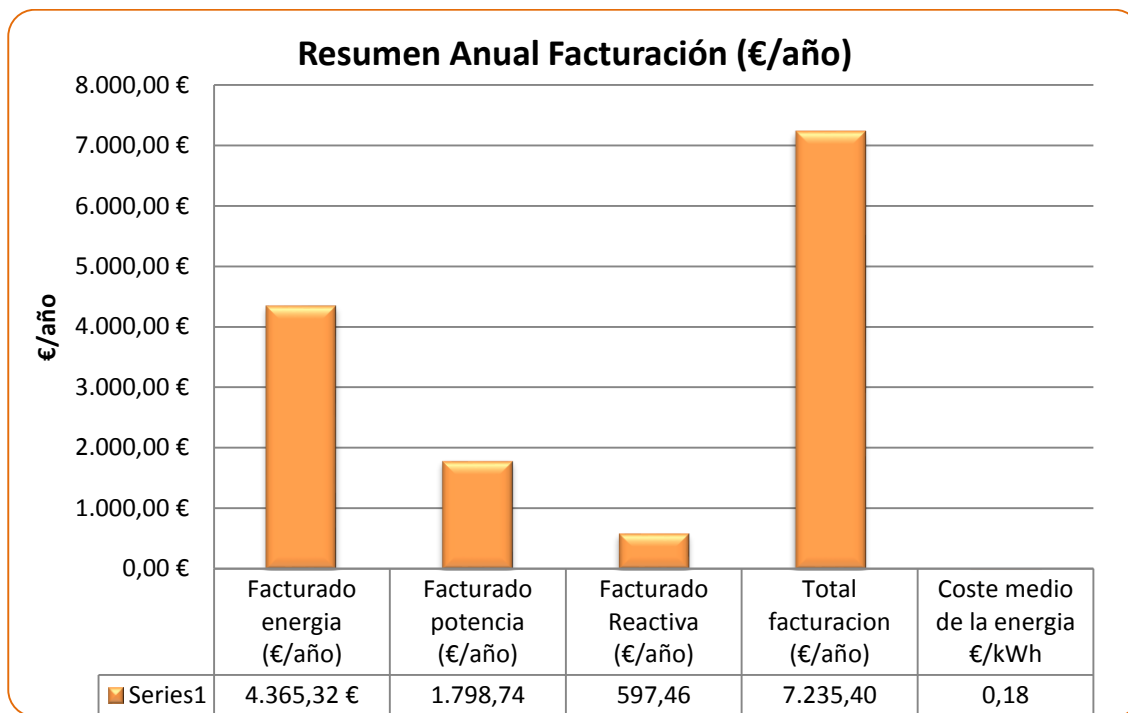


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

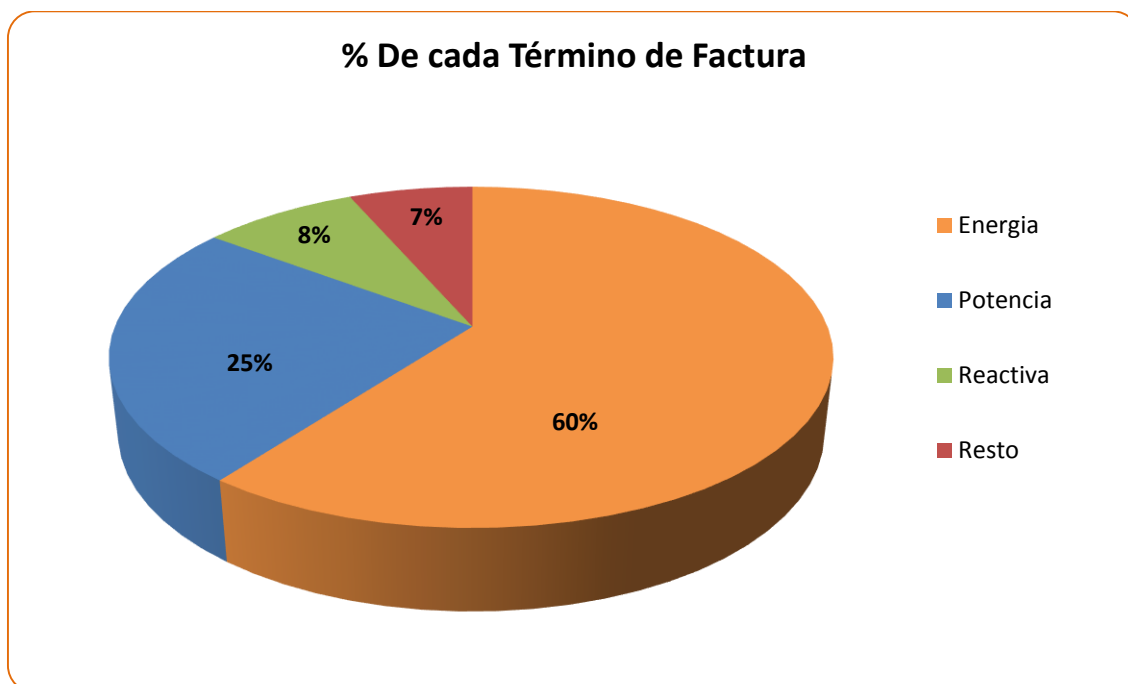


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

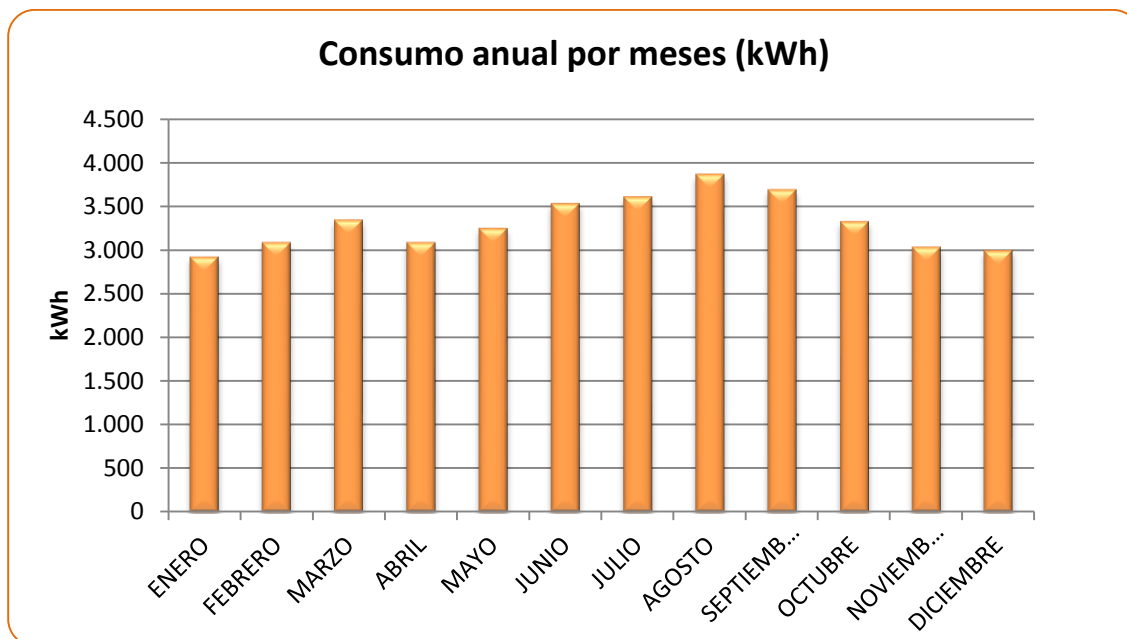


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

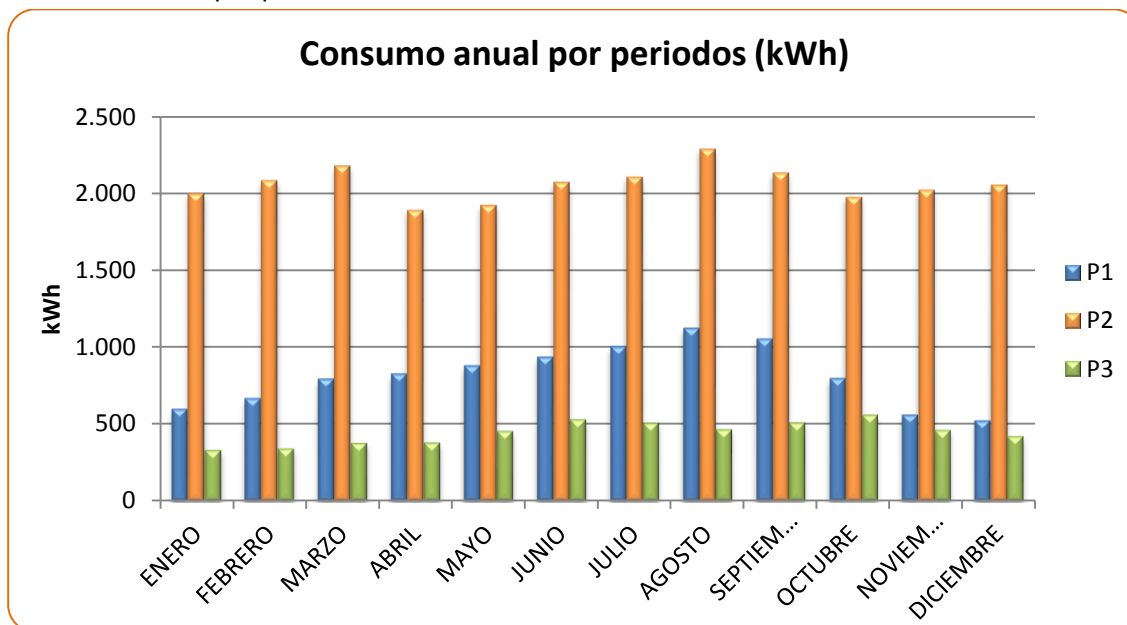



Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	39.784
Total Facturación (€)	7.235,40
Media mensual de consumo (kWh/mes)	3.315
Media mensual de coste (€/mes)	602,95
Coste medio energía (€/kWh)	0,182

Tabla 18 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

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)	39.784	-	39.784
Coste (€/año)	7.235,40	-	7.235,40

Tabla 19 Consumos energéticos anuales totales

2.4 Índices energéticos

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

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido entre Enero 2014 y a Enero de 2015

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	Variable
Superficie total (m2)	699,42
Pot. Instalada iluminación (kW)	10,53
Pot. instalada equipos eléctricos (kW)	89,56
Pot. eléctrica total instalada (kW)	100,09

Tabla 20 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	39.784,00
€/kWh	0,18
kWh/m2 Total	56,88
€/m2 Total	10,34
kWh/persona uso	-
€/persona uso	-
Ton CO2/año	15,87
Kg CO2/m2	22,70
Pot. Iluminación en W/m2	15,06

Tabla 21 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

Potencia Activa (W)

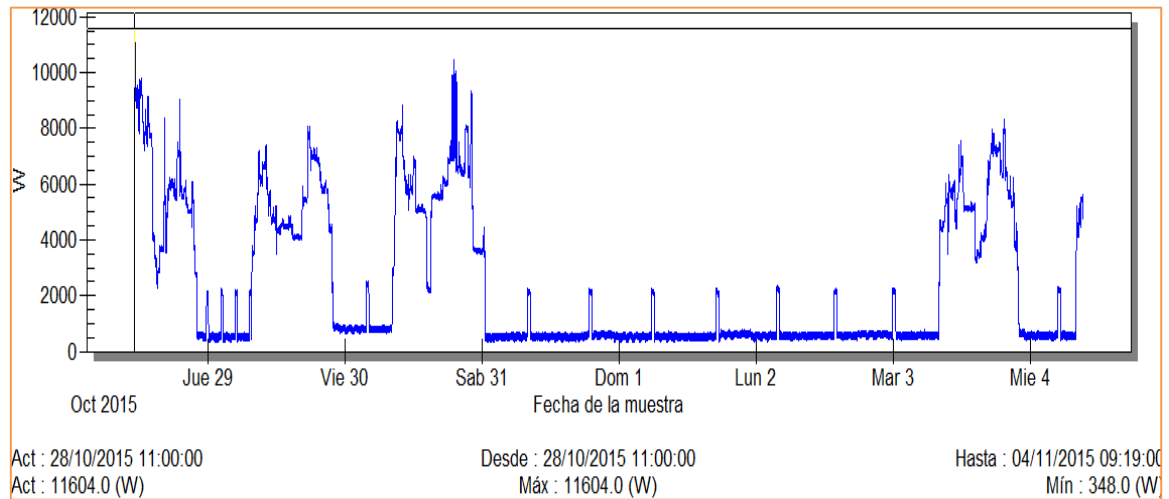


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 28/10/2015 al 04/11/2015

Factor de Potencia

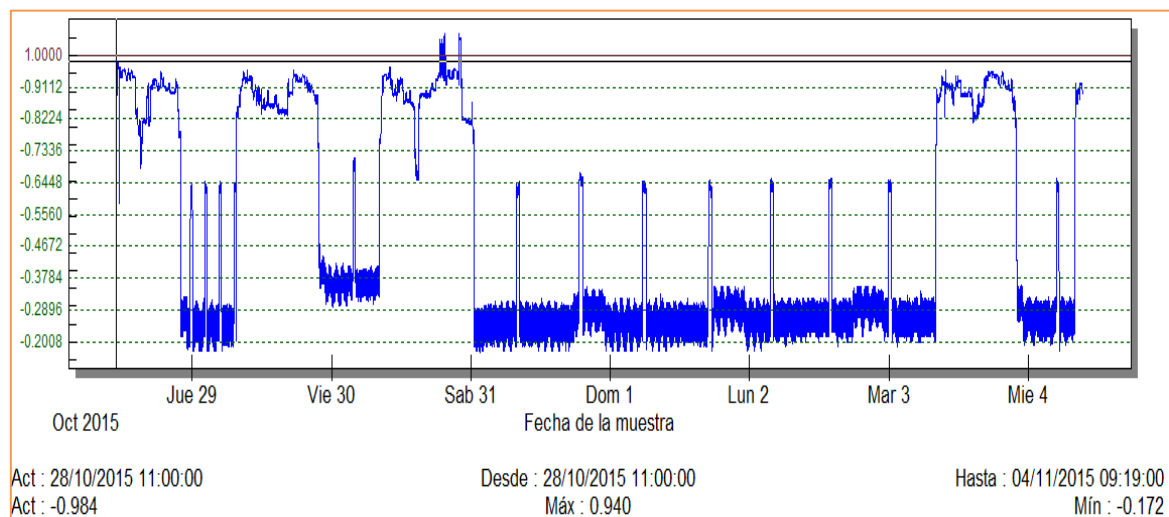


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

Potencia Registrada en días Laborables (kW)

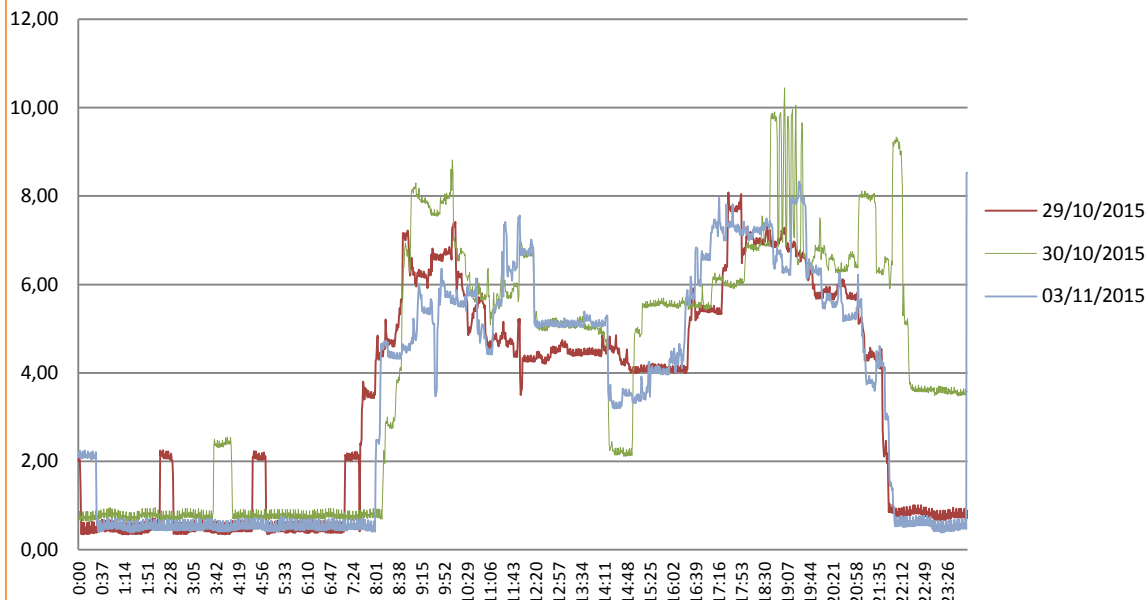


Gráfico 16 Potencia registrada en días laborables (kW)

Potencia Registrada en Días Festivos(kW)

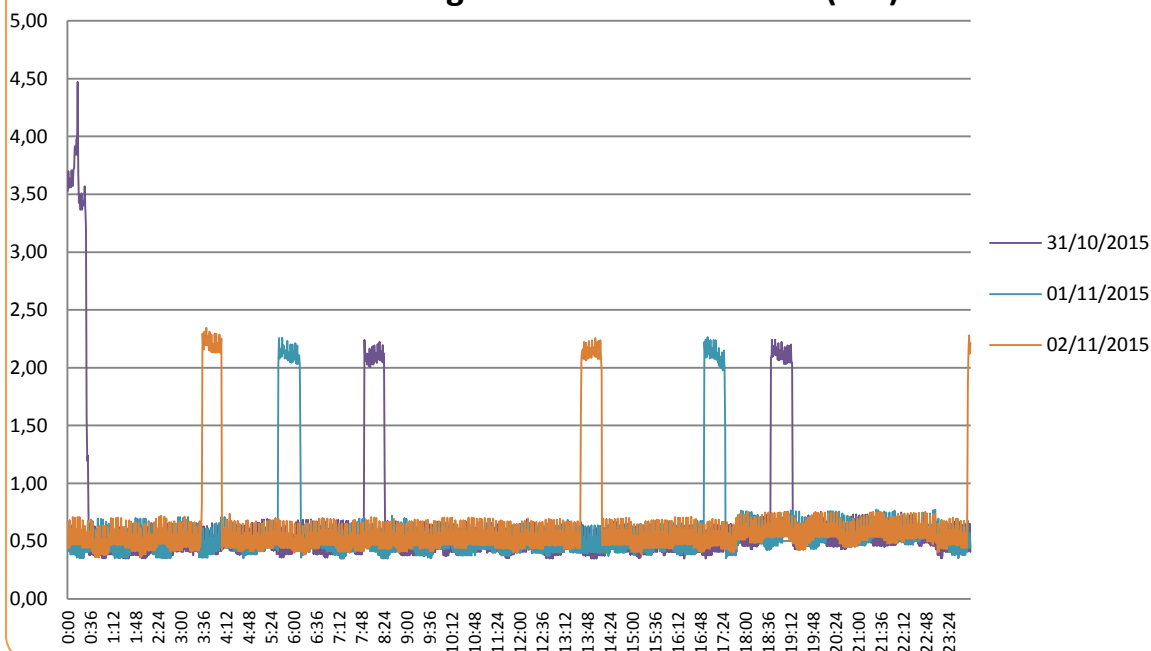


Gráfico 17 Potencia registrada en días festivos (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 0,40 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 10,45 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 8:00 y 22:00.

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque del termo eléctrico instalado.

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

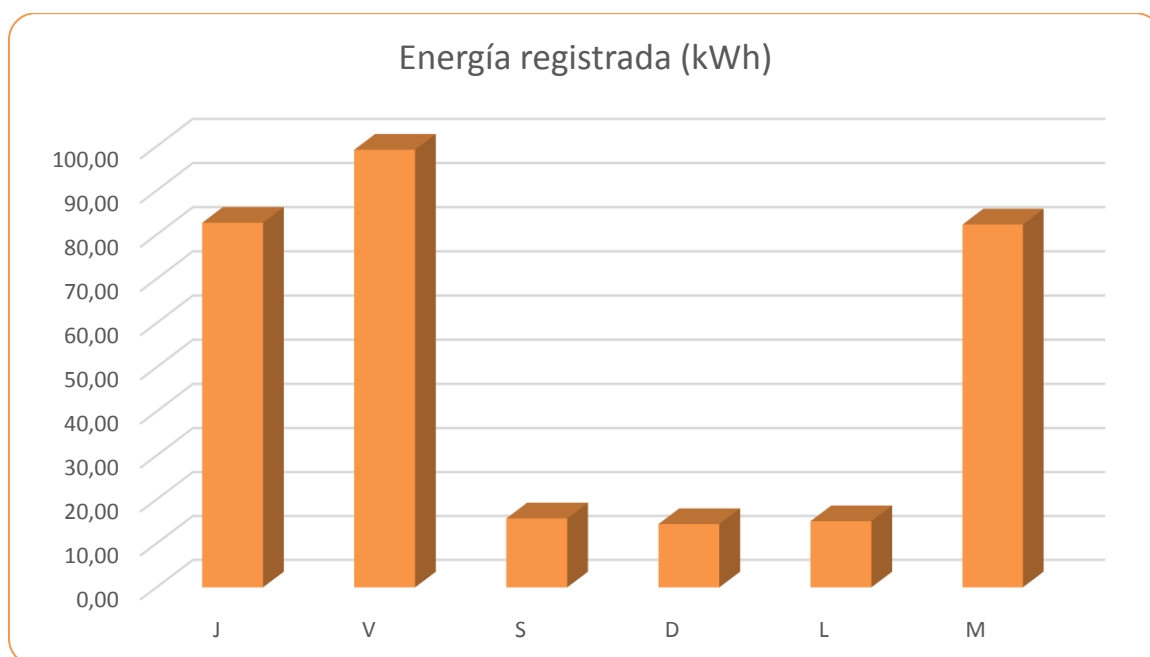


Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días lectivos es de 88,08kWh y durante los días festivos de 15,05kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 2.146,32 kWh para el mes de octubre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en octubre de 2014 de un 35% inferior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- Aula de Inglés, Aula de Pintura y Aseo Minusválidos

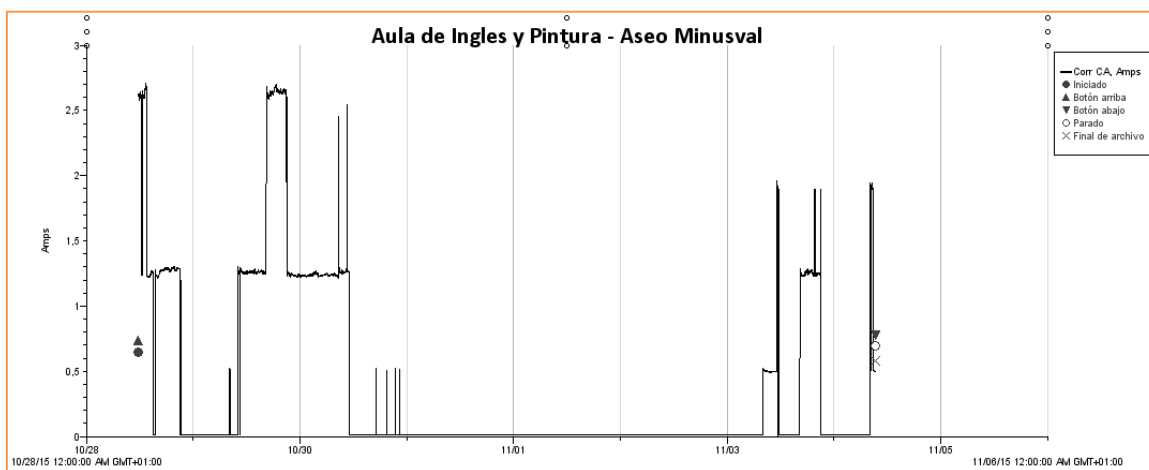


Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en el aula de inglés, aula de pintura y aseo minusválidos.

- Oficinas, Sala de Ensayo y Sala de Baterías.

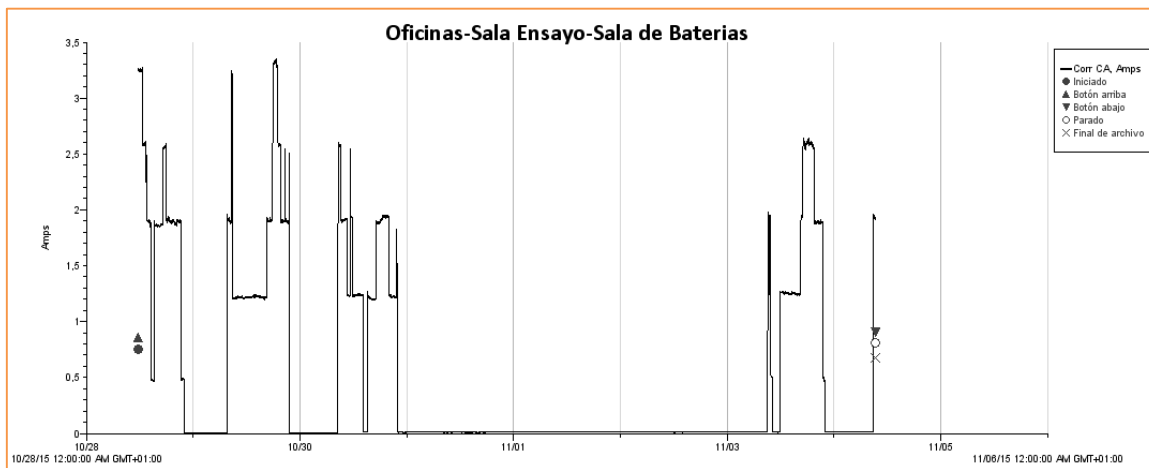


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en oficinas, sala de ensayo y sala de batería


- **Sala de Exposiciones Hall**



Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en sala de exposiciones y hall.

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

- Aula de Ingles , Aula pintura y Aseo Minusválidos 3,10 h
- Oficinas, Sala de Ensayo y Sala de Baterías: 6,16 h.
- Sala de Exposiciones y Hall: 9,19 h.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		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
Aseo Adaptado(Chicas)	50	5,65	40(*)	150	22,12
Escalera	72	13,56	53(*)	150	10,02
Pasillo - Distribuidor	648	37,67	76(*)	150	22,63
Sala de Cursos 1	576	40,86	234(*)	300	6,02
Sala de Cursos 2	720	45,00	267(*)	300	5,99
Talleres de Pintura	576	47,73	416	300	2,90
Acceso 2	52	4,07	14 (*)	150	91,26

Tabla 22 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están por debajo de los recomendados en el todas las estancias medidas a excepción del taller de pintura.

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

3.3 Medidas térmicas

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

3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa fijadas por el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) figuran en la instrucción técnica IT 1.1.4.1.2. de acuerdo a la siguiente tabla:

Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 23 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 28/10/2015 y 04/11/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Oficina de juventud – Estancia interior

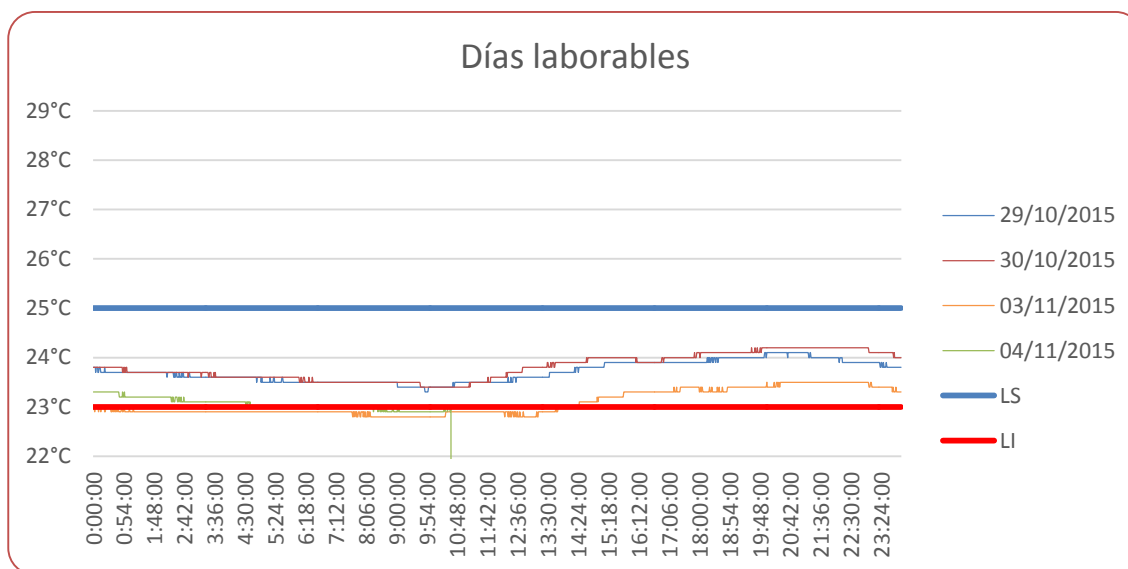


Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables

Festivos y fines de semana

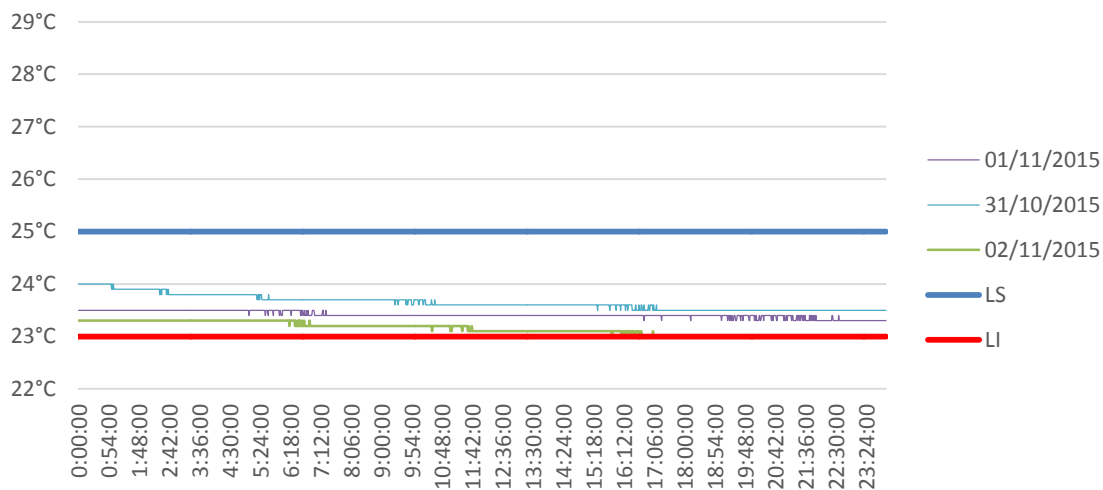


Gráfico 23 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

Días laborables

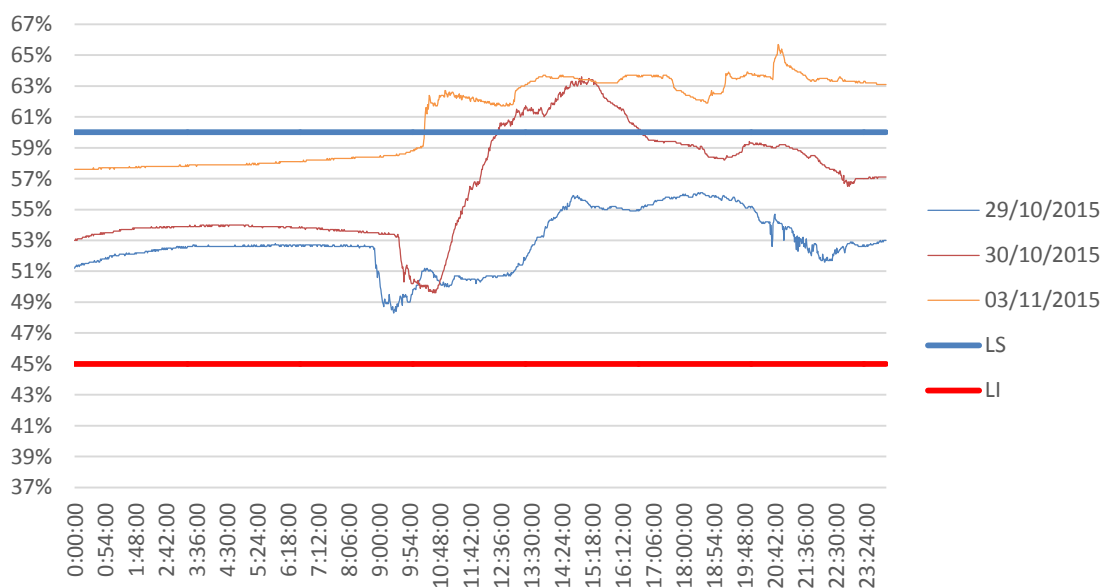


Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables

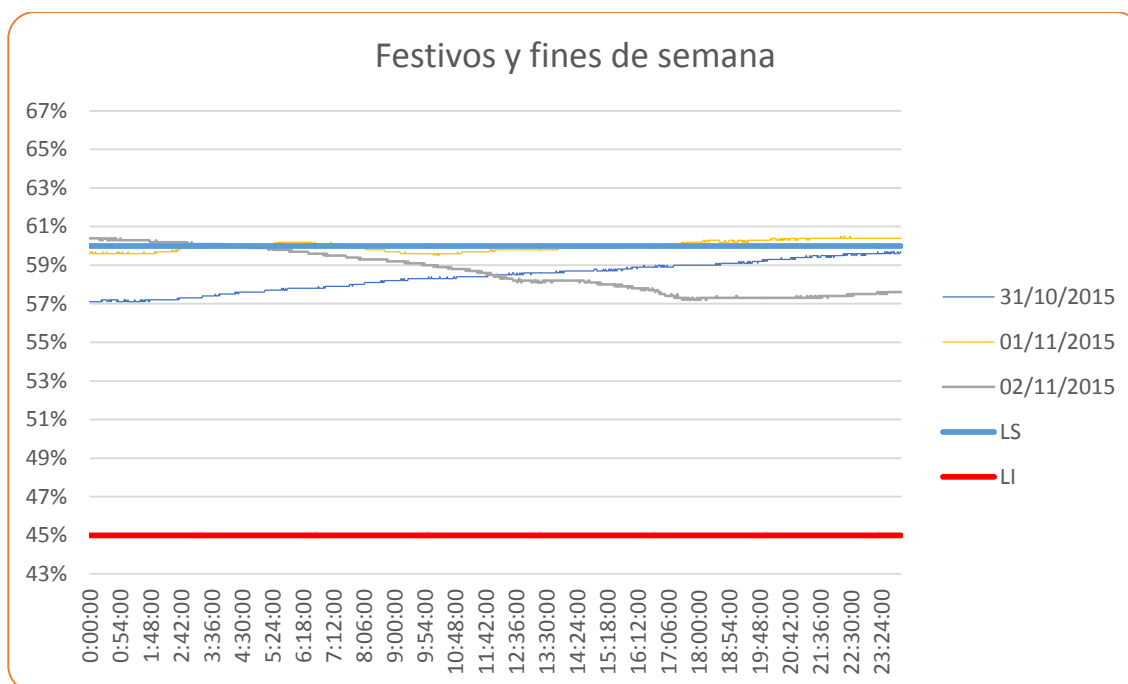


Gráfico 25 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

La zona donde se ha registrado la temperatura y la humedad relativa consta de un equipo de expansión directa tipo VRV con unidad interior tipo cassette para la climatización de la misma. Durante el periodo de registro el equipo ha permanecido desactivado al no existir una demanda térmica significativa en esta época del año.

Tanto durante los días laborables (lunes-viernes) como los fines de semana, la temperatura se mantiene uniforme durante todo el día entre los 23-24°C. Por lo tanto, la temperatura se mantiene dentro del intervalo requerido por la normativa durante gran parte del periodo registrado.

Por lo general, la humedad relativa se sitúa fuera del intervalo requerido por la normativa durante el periodo de ocupación de la zona.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ En general, **no se mantiene encendida la refrigeración fuera del horario de ocupación ni durante los fines de semana.**
- ☐ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando ligeramente durante el periodo de funcionamiento del edificio, si ser éste lo suficientemente alto para hacer uso de la climatización del centro.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

3.4 Análisis termográfico

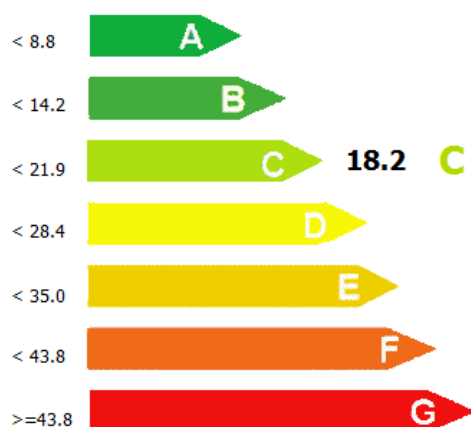
El análisis de las diferentes termografías realizadas en el centro se incluye en el anexo correspondiente.

3.5 Certificación energética

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

Calificación energética de edificios

Indicador kgCO₂/m²



Edificio objeto

Demanda de calefacción (kWh/m ²)	2.8	C
Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	25.7	C
Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	0.4	A
Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	3.6	C
Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	1.8	G
Emisiones de iluminación (kg CO ₂ /m ²)	12.5	C

Imagen 9 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:

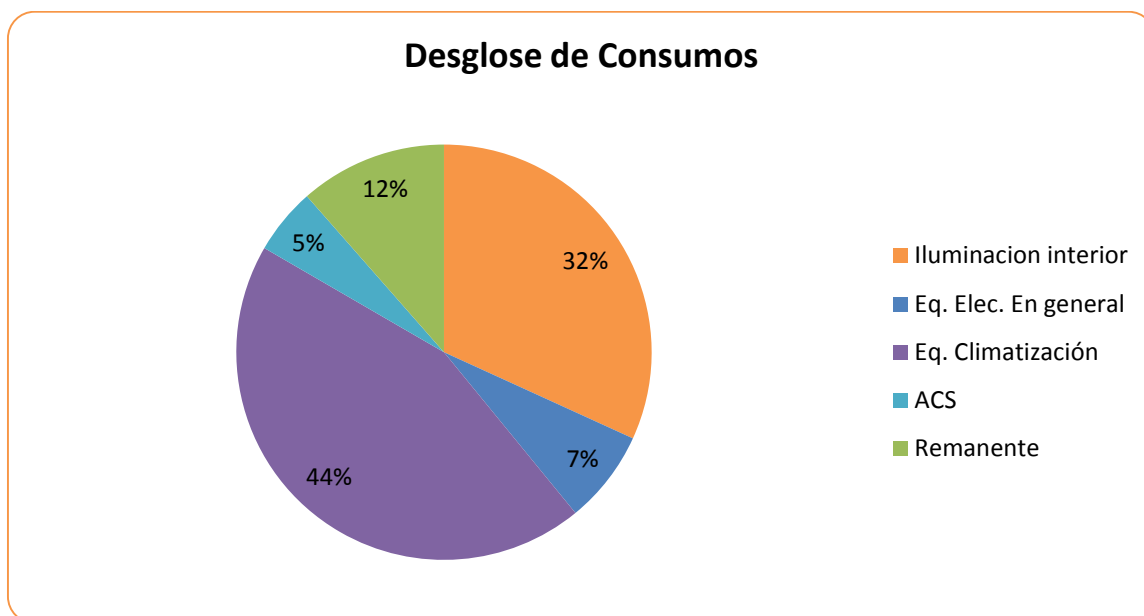


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

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

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

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

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

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 4%.

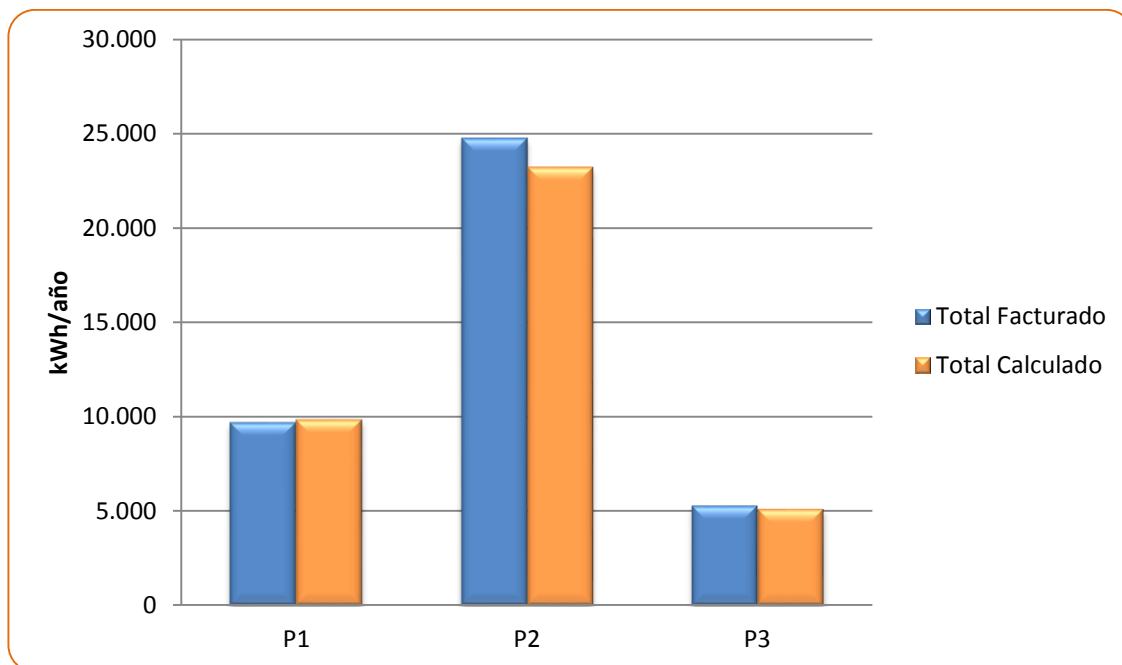



Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo

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 C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		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 10 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 C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

Precio de la energía

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

	P1	P2	P3
Condiciones de contratación de energía (€/kWh)	0,14721	0,11582	0,07950
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	27,74%	63,02%	9,25%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,11665
Precio de la potencia (€/kW y año)	28,54

Inversión


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

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

Ahorro energético anual			Ahorro económico			Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
6.265	51,59%	15,75%	759,11 €	63,34 €	822,45 €	12.960,60 €	15,76	2,50

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 C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

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

Descripción de la mejora

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

Aplicación de la mejora

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

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

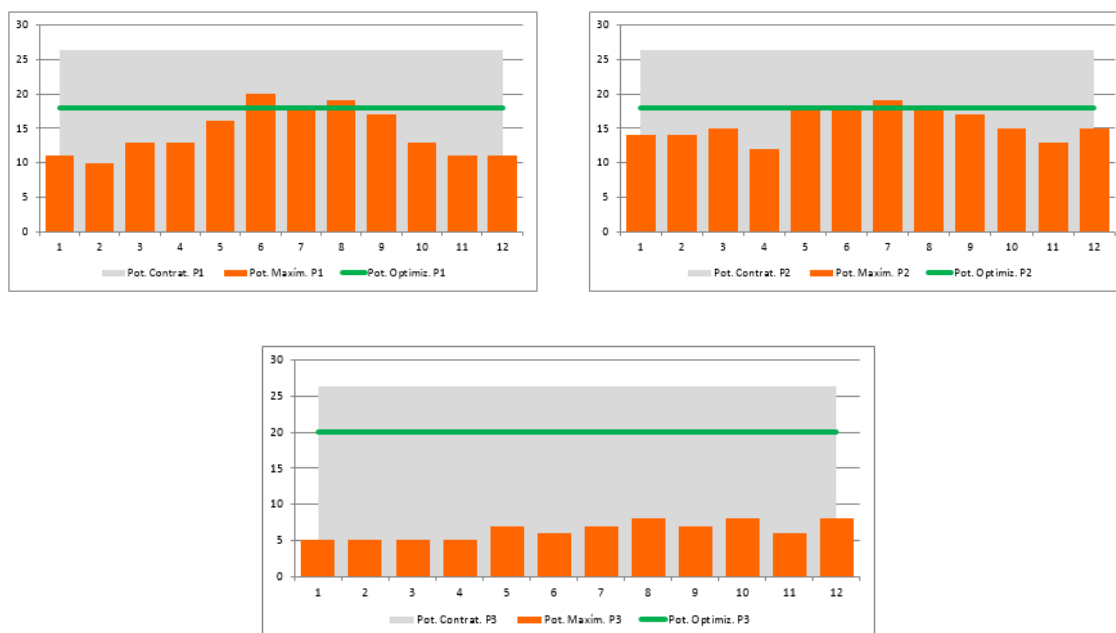


Gráfico 28 Potencias registradas y óptimas por periodo

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 **18 /18 / 20 kW** para cada uno de los periodos.

Para tomar esta decisión es necesario estudiar si hay previsto un aumento o disminución de equipos que impliquen un cambio en la demanda actual. Cualquier modificación de potencia

instalada o del uso actual de las instalaciones invalida esta opción, que se considera idónea en las condiciones actuales.

Cálculo de ahorros

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia a febrero de 2015 fijado para los contratos del Ayuntamiento de Marbella, al que se le ha añadido el 5,1127% debido al impuesto eléctrico.

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	
26,30	26,30	26,30	18	18	20	469,48

Comparativa Coste Término de Potencia (€/año)

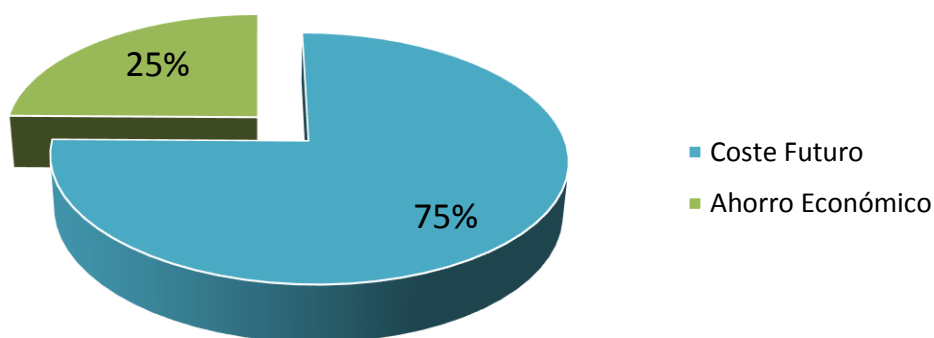



Gráfico 29 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

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 C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

5.3 Instalación de batería de condensadores

Descripción actuación: instalar una batería de condensadores para conseguir compensar el consumo de energía inductiva producida por los equipos consumidores.

Descripción de la mejora

La energía reactiva está asociada a la energía inductiva generada por los campos magnéticos internos de motores, transformadores (receptores) y otros elementos. Estos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos necesarios para su funcionamiento, entregándola durante la destrucción de los mismos.

Existen algunos efectos negativos que se derivan del consumo de este tipo de energía:

- Costes económicos para el consumidor.
- Caídas de tensión.
- Pérdida de potencia.
- Sobrecargas en las redes de distribución.

Las compañías comercializadoras de energía eléctrica penalizan económicamente a sus clientes cuando se produce un exceso de consumo de ésta. Estas penalizaciones se aplican cuando el factor de potencia de la instalación es inferior a 0,95.

Ventajas de la compensación de la energía reactiva:

- Reducción en el recibo de electricidad.
- Aumento de la potencia disponible.
- Disminución de pérdidas por efecto Joule en los conductores y transformadores.
- Reducción de las caídas de tensión aguas arriba del punto de conexión del equipo de compensación.

Aplicación de la mejora

Con la instalación de la batería de condensadores se consigue que el factor de potencia de la instalación se encuentre por encima de 0,95 que es el valor mínimo exigido por la comercializadora eléctrica para no sufrir penalización económica.

A partir de los datos de las facturas eléctricas del último año se observa que existe penalización por energía reactiva, por lo que se recomienda la instalación de una batería de condensadores automática para la compensación global de la potencia reactiva en el cuadro general de la instalación.

En la siguiente tabla se muestran las características que tiene que tener la batería de condensadores necesaria para obtener un factor de potencia por encima de 0,95 y por tanto eliminar la penalización por energía reactiva existente en la facturación:

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
44,54	5+2x10	25

Tabla 24 Características de batería de condensadores

Inversión

Al ser ésta una Auditoria en Grado de Inversión, para calcular la inversión necesaria y llevar a cabo la mejora se ha pedido presupuesto a los principales fabricantes. Con los datos anteriores se ha obtenido 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 es de 815,49 €.

La inversión incluye una batería de condensadores con regulación automática de la potencia calculada, interruptor y diferencial correspondiente, regulador de medida trifásico y la mano de obra correspondiente de montaje, conexionado y puesta en servicio.

Con los datos anteriores se obtienen los resultados de la siguiente tabla, donde se presentan los ahorros tanto energéticos como económicos con la implantación de la mejora, 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	%	€/año	€ ¹	años	Ton/año
--	--	628,01	815,49	1,30	--

Tabla 25 Ahorros obtenidos con la aplicación de la mejora

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

Los principales riesgos son los debidos a la instalación de equipos de baja calidad o a un mal dimensionamiento de la potencia de la batería de condensadores.

¹ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		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.

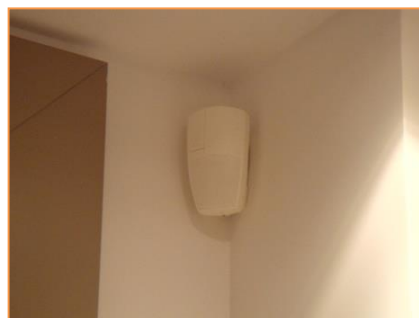


Imagen 11 Detectores de presencia

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 C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		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 C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		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.

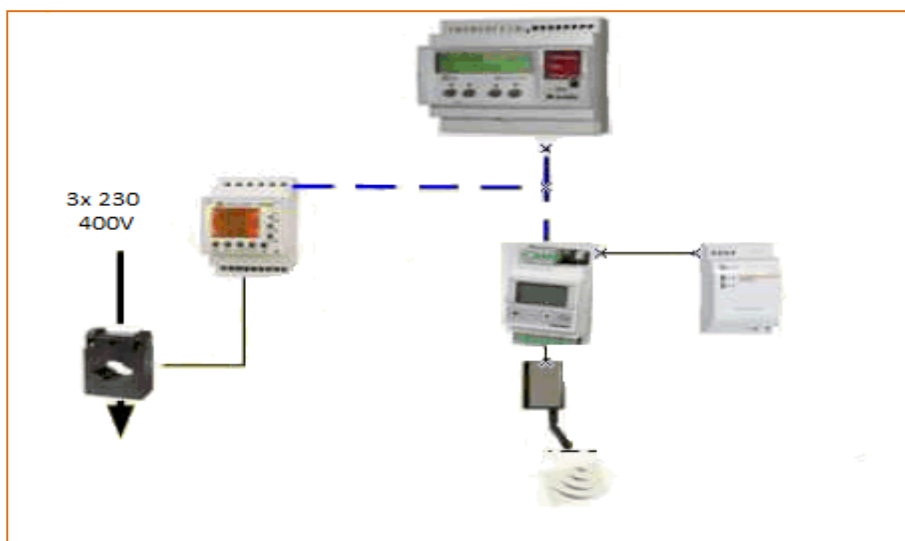



Imagen 12 Esquema de sistema de monitorización

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 C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		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 C.C. SAN PEDRO DE ALCANTARA	1306
		24
		Rev.06

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación ya que la demanda de agua caliente sanitaria en el centro es muy reducida, produciéndose de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo. Se trata de un uso muy esporádico.

7.2 Biomasa

La producción térmica para la calefacción del centro consta de sistemas tipo bomba de calor de expansión directa, por lo que, para implantar la biomasa como contribución de energías renovables, la instalación requeriría de una reforma integral para poder adaptarse a las condiciones de funcionamiento de una instalación de este tipo.

Por otra parte, los condicionantes a tener en cuenta son los siguientes:

- Debido al bajo número de horas de funcionamiento de la calefacción el periodo de retorno simple de la inversión sería elevado.
- La implantación de esta mejora sirve como actuación ejemplarizante y educativa sobre las energías renovables y la protección del medio ambiente. Esta circunstancia se ve acentuada por la mejora en calificación energética.
- Se considera una opción a tener en cuenta al sustituir la caldera existente si se dan las condiciones adecuadas de acceso del camión de suministro y hay espacio suficiente en la sala de calderas para el almacenamiento de combustible. En este caso, no existe sala de calderas y podrían existir limitaciones de acceso.

Desde el punto de vista de viabilidad económica, donde la implantación de estos sistemas presenta periodos de retorno altos, no se considera su instalación.

7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

Actualmente, las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo están reguladas mediante el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre de 2015. En el apartado 5 se resumen los principales aspectos a tener en cuenta.

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo que se adapte a los requisitos recogidos en el Real Decreto 900/2015, están los siguientes:

- Curva de carga del edificio continua y uniforme durante la mayor parte de los días del año. Maximizar el autoconsumo de la generación fotovoltaica.
- Espacio disponible para la ubicación de los módulos fotovoltaicos.

Por lo tanto, al no cumplirse estos condicionantes, no se aconseja la implantación de energía solar fotovoltaica en este centro.

8. RESUMEN

A continuación se presenta una tabla resumen incluyendo todos los ahorros e inversiones asociadas a la implantación de las mejoras propuestas en esta auditoría:

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
	kWh	% ²	€/año	€ ³	años	Ton/año
Sustitución de iluminación existente por tecnología Led	6.265	15,75%	822,45 €	12.960,60 €	15,76	2,50
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	469,48	-	-	-
Instalación de Batería de condensadores	-	-	628,01	815,49	1,30	-
TOTAL ELÉCTRICAS	6.265	15,75	1.919,94	13.776,09	7,17	2,50

Tabla 26 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.
- 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