



INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Polideportivo Vigil de Quiñones)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_62_20151105

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	3
1.3 Envoltente y cerramientos.....	5
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	6
1.4.1 Producción de ACS	6
1.4.2 Distribución - Grupos de bombeo	10
1.5 Iluminación.....	12
1.5.1 Iluminación interior.....	13
1.5.2 Iluminación exterior	14
1.5.3 Sistemas de control	14
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	14
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.....	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
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	34
4.2 Desglose de consumos térmicos	36

4.3	Contribución de energías renovables	36
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	37
5.1	Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED	37
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada	39
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	41
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	41
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	43
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	45
7.1	Energía solar térmica.....	45
7.2	Fotovoltaica - Autoconsumo	45
8.	RESUMEN	46

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Complejo deportivo Vigil de Quiñones (Campo de fútbol Carlos Sanchez Navarro)
Dirección	AV CANOVAS DEL CASTILLO 31 MARBELLA (MÁLAGA)
Tipo de edificio	Centro Deportivo
Persona de Contacto	Delegación de deportes (952 76 11 85/86)
Número de edificios	2

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **Complejo Vigil de Quiñones** que se han auditado se encuentran situadas en la **Avenida Cánovas del Castillo, 31** en la localidad de **Marbella**. El complejo cuenta con 1 Campo de Fútbol y 4 pistas de petanecas, aparte de dos edificios, uno de los cuales es la conserjería y el otro los vestuarios para los usuarios.



Imagen 1 Vista general Vigil de Quiñones

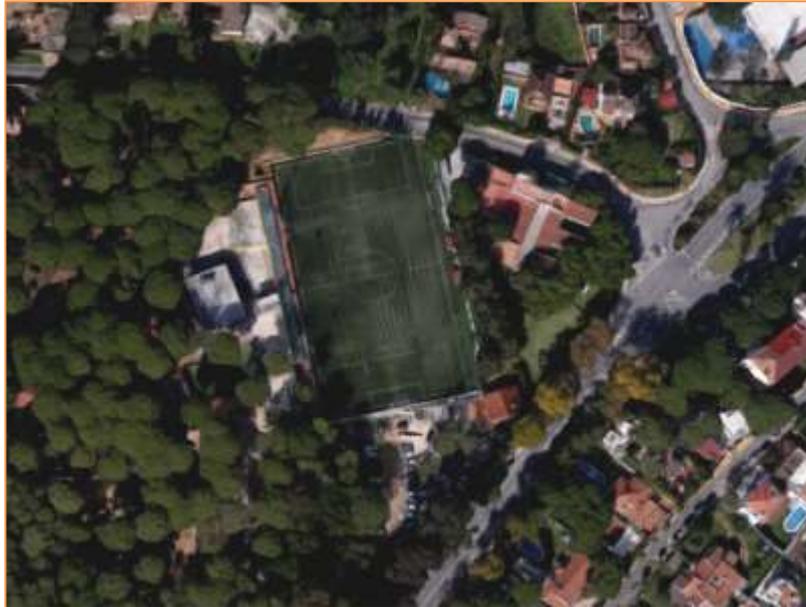


Imagen 2 Vista aérea Complejo Vigil de Quiñones

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO VIGIL DE QUIÑONES	1306
		62
		Rev.07

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida. (m ²)	Nº personas	Horario	Año de construcción
Bloque I	1	17	1	Todo el año: L-V 8:30-23:30; S-D 8:00-23:00	2010
Bloque II	1	270	94	Todo el año: 9:00 a 23:00	2010

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Conserjería (Bloque I)	1	Todo el año: L-V 8:30-23:30; S-D 8:00-23:00	Administrativo
Vestuarios (Bloque II)	22	En función de los partidos que se hayan concertado (horario variable)	Aseos
Árbitros (Bloque II)	4	En función de los partidos que se hayan concertado (horario variable)	Aseos

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 m².

USO	Planta 0	Sup. Total (m ²)
Administrativo	7	7
Aseos	10	10
No habitable	48	48
Vestuarios	222	222
Sup. Total (m²)	287	287

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 vestuarios abarca el 45% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio no habitable con un 17%.

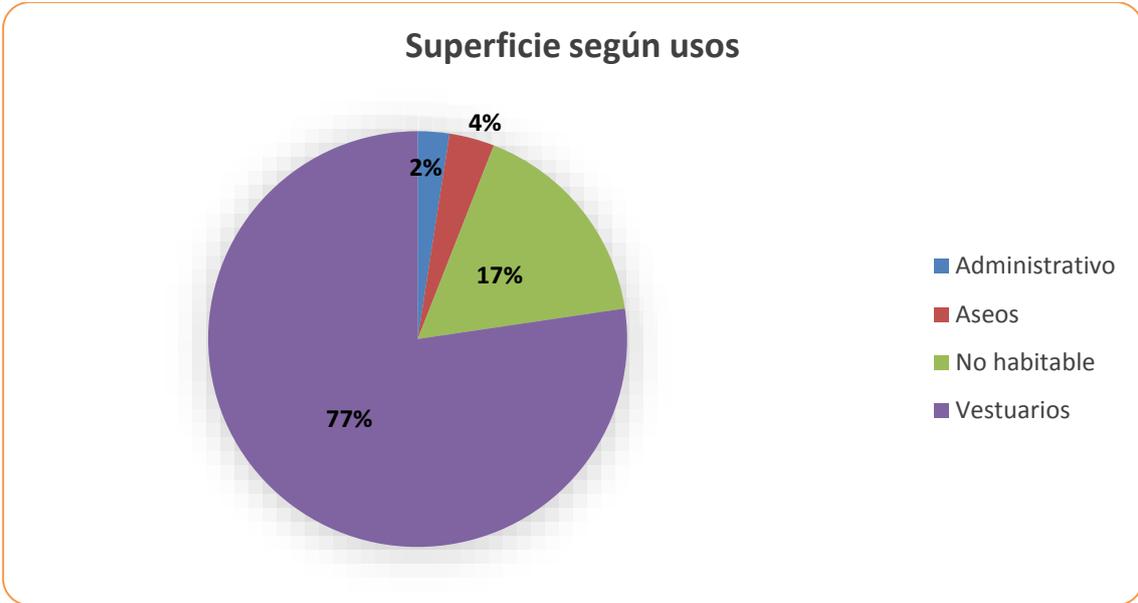
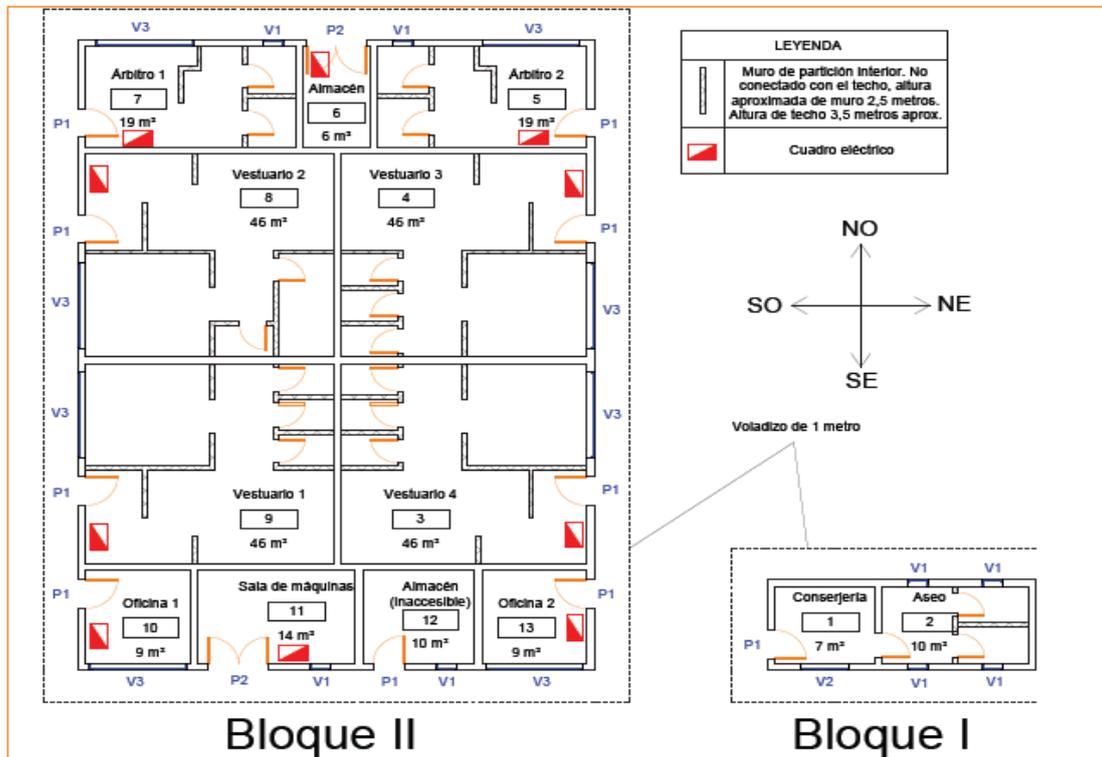


Gráfico 1 Superficie según Usos

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



Plano 1 Bloques 1 y 2

1.3 Envoltente y cerramientos

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

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

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

NBE CA: Condiciones acústicas.

NBE CPI: Protección contra incendios.

NBE CT: Condiciones térmicas.

NBE FL: Muros resistentes de fábrica.

NBE QB: Impermeabilización de cubiertas.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 2010; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

El polideportivo Vigil de Quiñones es un complejo deportivo que se encuentra en una gran finca municipal junto con otros edificios de diferentes usos. Consta de una pista de fútbol de césped artificial, cuatro pistas de petanca y dos edificios, los cuales fueron construidos en 2010, en sustitución de otros más antiguos. El más grande de ellos, con 257m² aloja seis vestuarios para árbitros y jugadores, dos almacenes, oficinas y una sala de máquinas, el segundo, mucho más pequeño tiene una superficie útil de 24m² y en él se sitúa la conserjería. Ambas construcciones siguieron los mismos patrones de diseño, una sola planta rectangular, acabados en hormigón liso y cubierta plana transitable.

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 POLIDEPORTIVO VIGIL DE QUIÑONES	1306
		62
		Rev.07

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

El centro consta de un ventilador-convector con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de las estancias que lo requieran.

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria para los vestuarios se lleva a cabo mediante una instalación solar térmica compuesta de 5 captadores planos con una acumulación de 1.000 litros y con apoyo de dos termos acumuladores eléctricos de 1.000 litros cada uno. La instalación solar térmica se encuentra fuera de servicio, al igual que uno de los termos-acumuladores eléctricos.

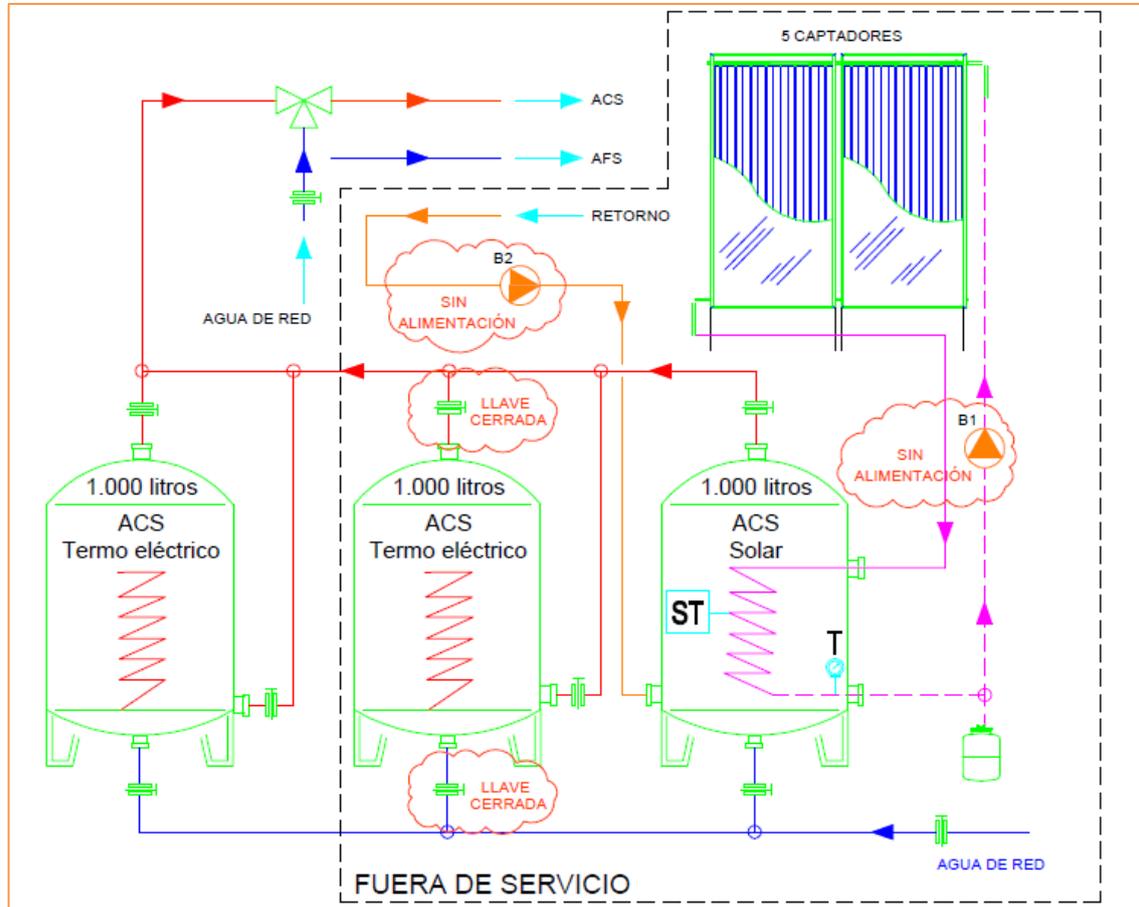
Por otra parte, al tratarse de un edificio construido antes del 2007, donde el RITE (RD 1027/2007) establece obligaciones respecto al aporte de aire exterior, tampoco hay presencia de sistemas de ventilación mecánica.

1.4.1 Producción de ACS

La producción de agua caliente sanitaria (ACS) se lleva a cabo mediante una instalación solar térmica compuesta por 5 captadores solares planos que acumulan la energía térmica en un depósito acumulador de 1.000 litros de capacidad, con apoyo de la central térmica que genera el ACS en dos inter-acumuladores de 1.000 litros de capacidad cada uno conectados en serie con el depósito solar.

La instalación solar y uno de los termos acumuladores eléctricos se encuentran fuera de servicio actualmente.

El esquema de principio de la instalación de producción-acumulación de ACS se muestra a continuación:



A continuación se resumen las características de la instalación solar térmica:

Tipo	Instalación con interacumulador	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	5
	Tipo	Plano
	Superficie bruta (m ²)	2,5
	Superficie de apertura (m ²)	2,35
	Inclinación	45°
	Orientación	14°E
Circuito primario	Bomba (Marca)	ORKLI
	Bomba (Marca)	ST20/6-3 P
Circuito secundario	Bomba (Marca)	WILO
	Bomba (Marca)	Star Z 15
Intercambiador de calor	Tipo	Serpentín en depósito
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	1.000,00
	Total (litros)	1.000,00
Observaciones	<p>La instalación estaba fuera de uso cuando se realizó la visita (bomba de primario desactivada).</p> <p>Energía auxiliar: Termos acumuladores eléctricos de 1.000 litros y 1,5 kW cada uno. Uno de ellos estaba fuera de servicio.</p>	

Tabla 5 Características instalación solar térmica





Imagen 4 Instalación solar térmica

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

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Bloque II	0	Vestuarios	1,46	1000	En servicio
Bloque II	0	Vestuarios	1,46	1000	Fuera de servicio

Tabla 6 Características producción-acumulación local de ACS

1.4.2 Distribución - Grupos de bombeo

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

Nº bomba	1	2	3
Circuito	Primario solar térmica	Bomba recirculación ACS	Grupo de presión - Riego campo de fútbol
Edificio	Bloque II	Bloque II	Caseta de bombeo
Ubicación	Sala de máquinas	Sala de máquinas	Caseta de bombeo
Denominación	B1	B2	B3
Tipo	Rótor húmedo - simple	Rótor húmedo - simple	Rótor seco - simple
Marca	ORKLI	WILO	IDEAL
Modelo	ST20/6-3 P	Star-Z 15	VIP 188 VT
Variador de frecuencia	No	No	No
Caudal (l/h)	-	50-250	50.000-140.000
Presión disponible (m.c.a.)	-	0,4-0,9	25-75
Potencia abs (kW)	0,082	0,022	4,00
Observaciones	Fuera de servicio	Fuera de servicio	-

Tabla 7 Características grupos de bombeo



Imagen 5 Grupos de bombeo – Primario solar térmica y recirculación ACS



Imagen 6 Grupos de bombeo

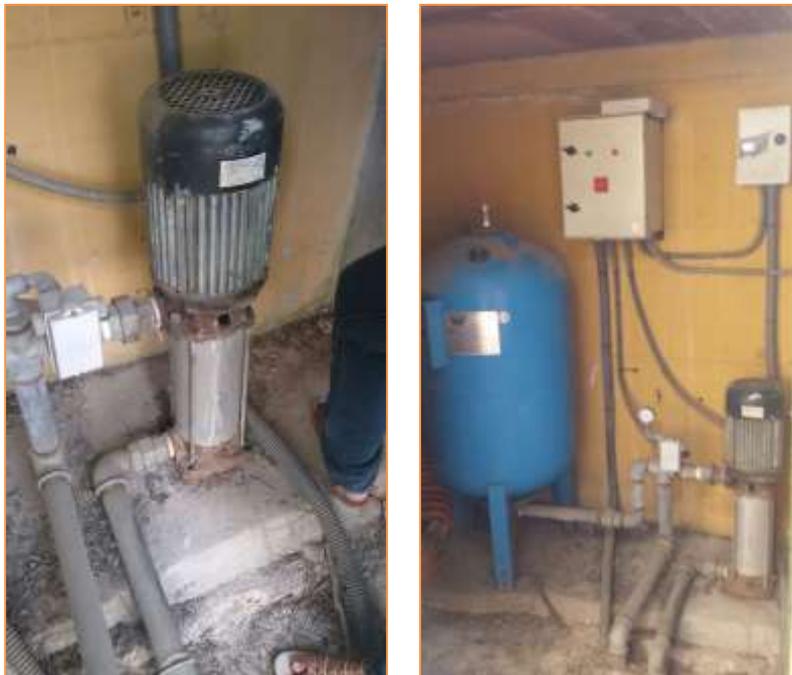


Imagen 7 Grupos de bombeo – Grupo de presión – Riego campo de fútbol

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 35,068 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

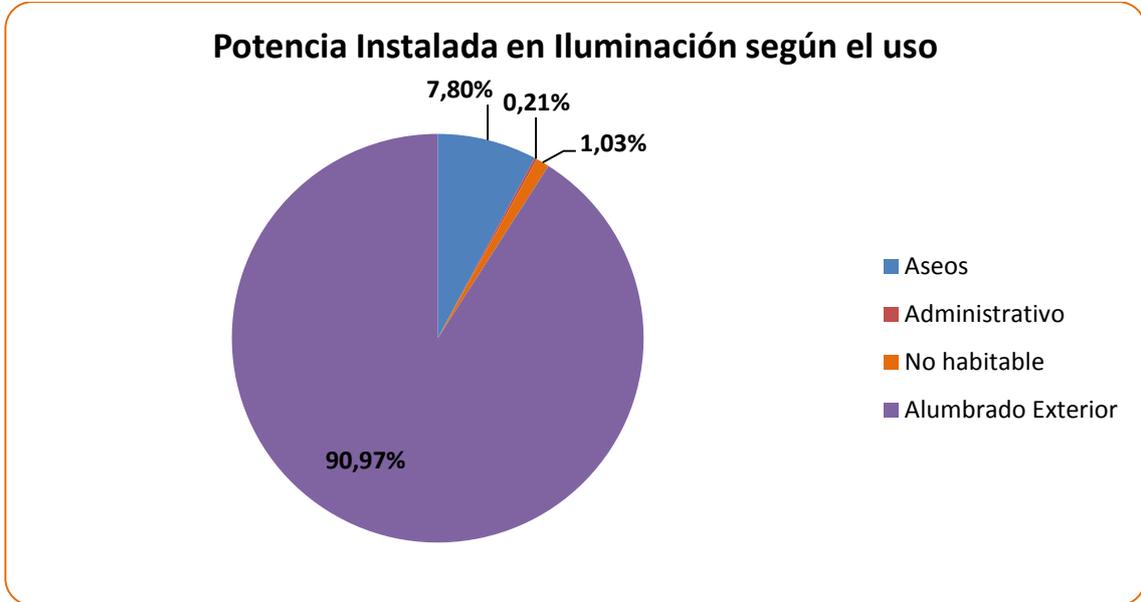


Gráfico 2 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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 deportivo.

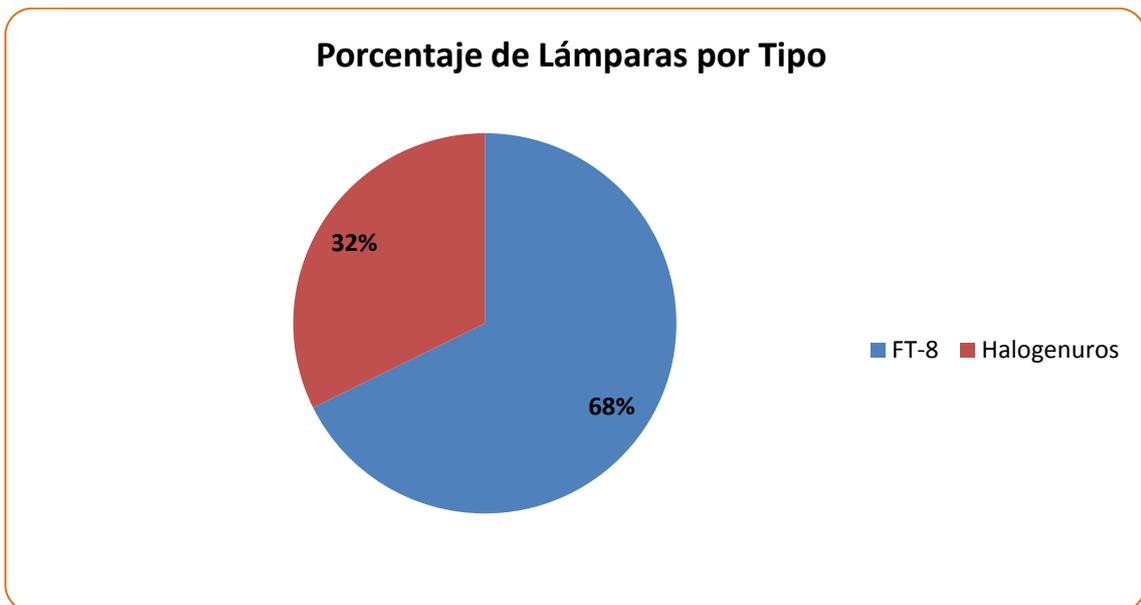


Gráfico 3 % de cada tipo de lámpara instalada

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.	Pot.(kW)
EL	44	3,17
FT-8	44	3,17
2	44	3,17
36	44	3,17
Total general	44	3,17

Tabla 8 Resumen de lámparas instaladas

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

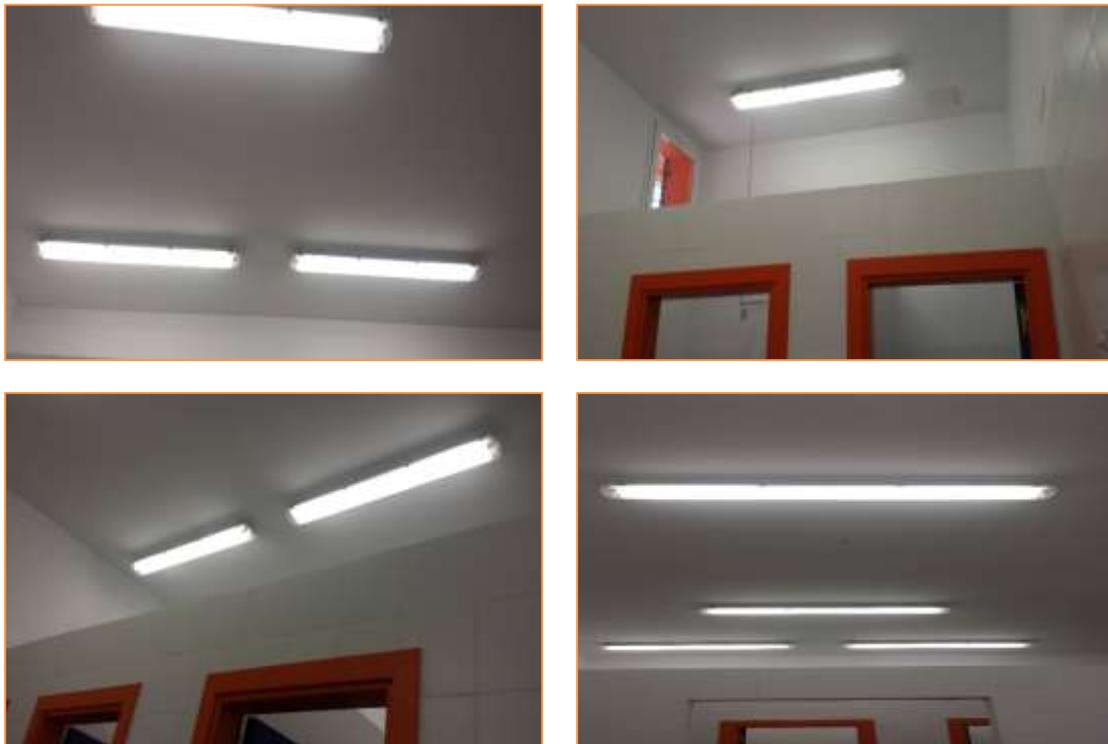


Imagen 8 Tipos de luminarias instaladas

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.	Pot.(kW)
-	42	31,90
Halogenuros	42	31,90
1	42	31,90
250	12	3,00
400	1	0,40
1000	28	28,00
500	1	0,50
Total general	42	31,90

Tabla 9 Resumen de iluminación exterior



Imagen 9 Luminarias situadas en el exterior del edificio

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 complejo deportivo 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 POLIDEPORTIVO VIGIL DE QUIÑONES	1306
		62
		Rev.07

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	5	2,751
Frigorífico	1	0,35
350	1	0,35
Nevera	1	0,081
81	1	0,081
Nevera arcón	2	2
1000	2	2
Botellero	1	0,32
320	1	0,32
Otros	2	0,05
Otros	2	0,05
50	1	0,05
0	1	0
Sonido	3	0,122
Altavoz	2	0,082
41	2	0,082
Radio-CD	1	0,04
40	1	0,04
Radiador eléctrico	1	2
Radiador eléctrico	1	2
2000	1	2
Distribución - Bombas	3	4,104
Bomba	3	4,104
82	1	0,082
22	1	0,022
4000	1	4
ACS	2	2,921
Termo-acumulador eléctrico	2	2,921
1460	2	2,921
Total general	16	11,948

Tabla 10 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

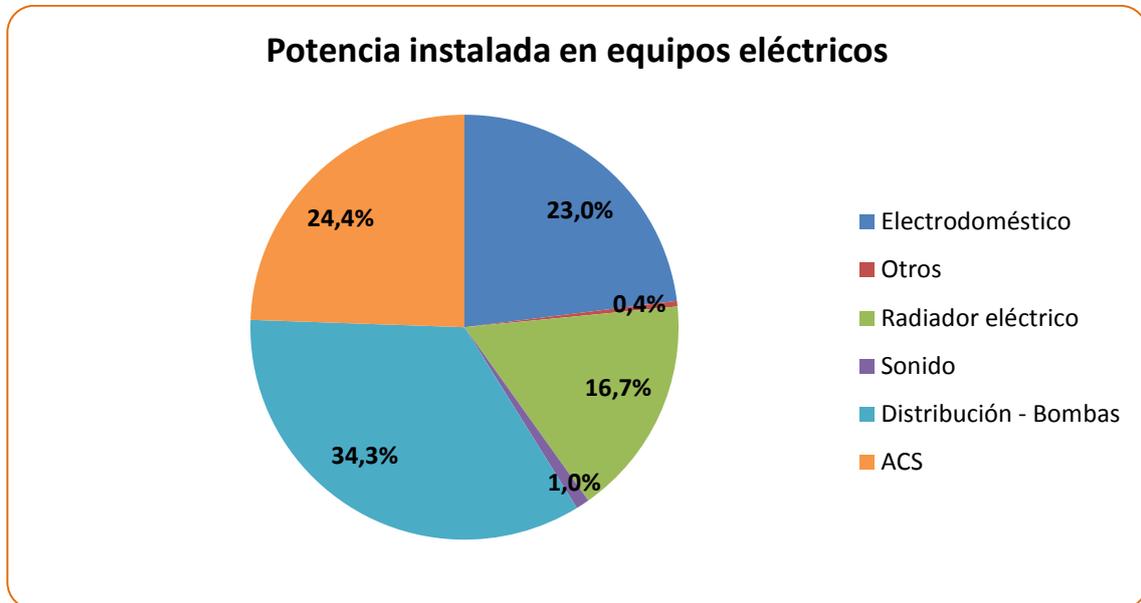


Gráfico 4 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

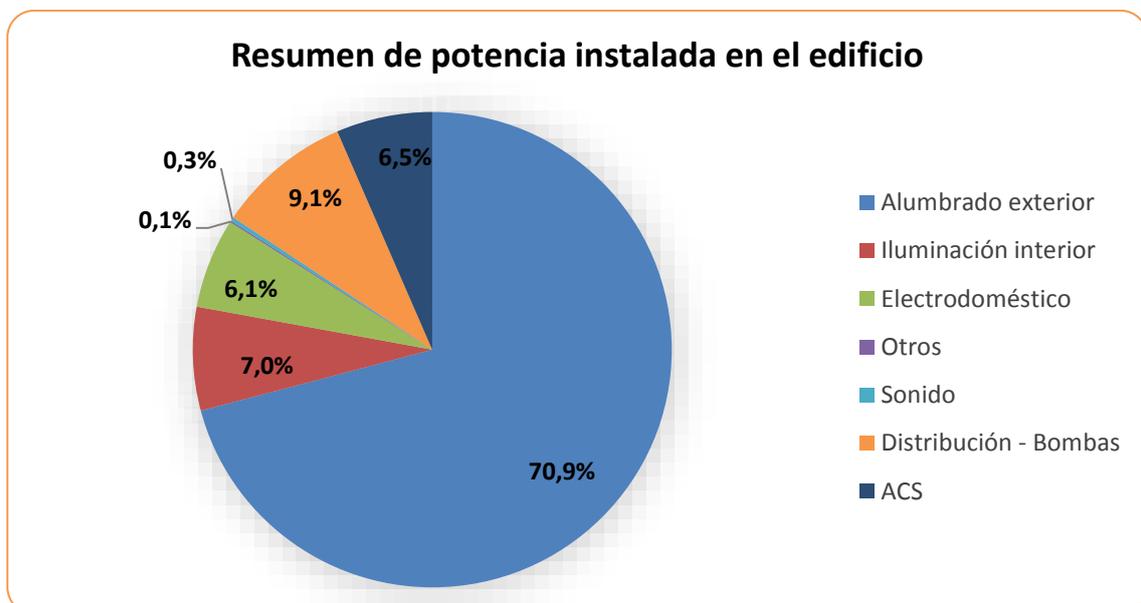


Gráfico 5 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO VIGIL DE QUIÑONES	1306
		62
		Rev.07

2. CONSUMOS ANUALES

2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

Las condiciones de contratación del primero de los dos contadores de los que disponen las instalaciones a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

PUNTO DE SUMINSTRO CUPS - ES0031103005347001JD0F

CUPS	ES0031103005347001JD0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
		P1	P2
		P3	
Potencia contratada (kW)		60	60
Término de potencia (€/kW año)		40,728525	24,437115
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 2014 hasta Diciembre de 2014.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2013	31/01/2014	2.116	2.369	1.311	27 /25 /14	0,00	1.055,55
31/01/2014	28/02/2014	1.995	2.139	1.408	27 /25 /14	0,00	992,57
28/02/2014	31/03/2014	1.790	1.958	641	23 /22 /10	0,00	925,14
31/03/2014	30/04/2014	386	2.661	656	12 /24 /13	1,94	794,97
30/04/2014	31/05/2014	456	2.058	714	16 /20 /16	15,72	769,56
31/05/2014	30/06/2014	369	1.934	634	16 /24 /12	24,23	739,17
30/06/2014	31/07/2014	520	2.617	1.004	16 /29 /19	29,29	885,27
31/07/2014	31/08/2014	533	3.140	1.173	12 /26 /21	25,39	955,32
31/08/2014	30/09/2014	522	2.983	1.105	13 /24 /19	24,07	916,23
30/09/2014	31/10/2014	782	2.969	1.480	21 /27 /18	18,12	987,96
31/10/2014	30/11/2014	1.889	2.504	1.472	31 /29 /23	3,31	1.066,14
30/11/2014	31/12/2014	2.122	2.481	1.182	32 /30 /21	0,00	1.084,49

Tabla 11 Facturación eléctrica primer contador

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **142,07 €/año**, dado que se trata de un importe muy bajo se desprecia, pero se recomienda al Ayuntamiento que hagan un seguimiento de este concepto por si a lo largo del tiempo se viera incrementado y por tanto sería necesario colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica.

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	60	60	60
Potencia registrada (kW)	32	30	23

Tabla 12 Potencias contratada y registrada

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

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

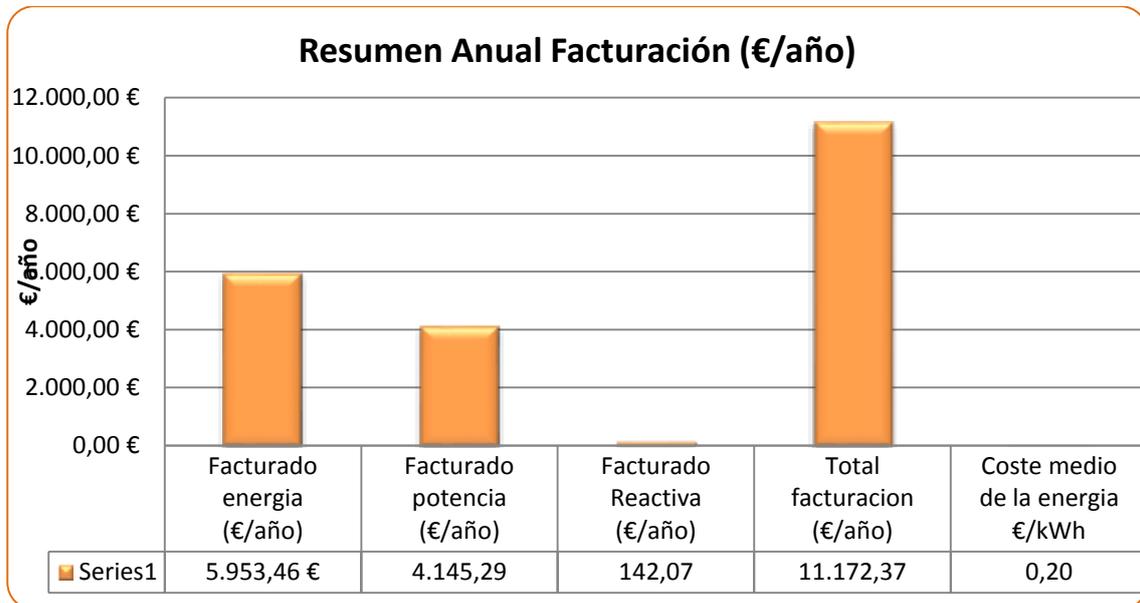


Gráfico 6 Resumen Anual de Facturación

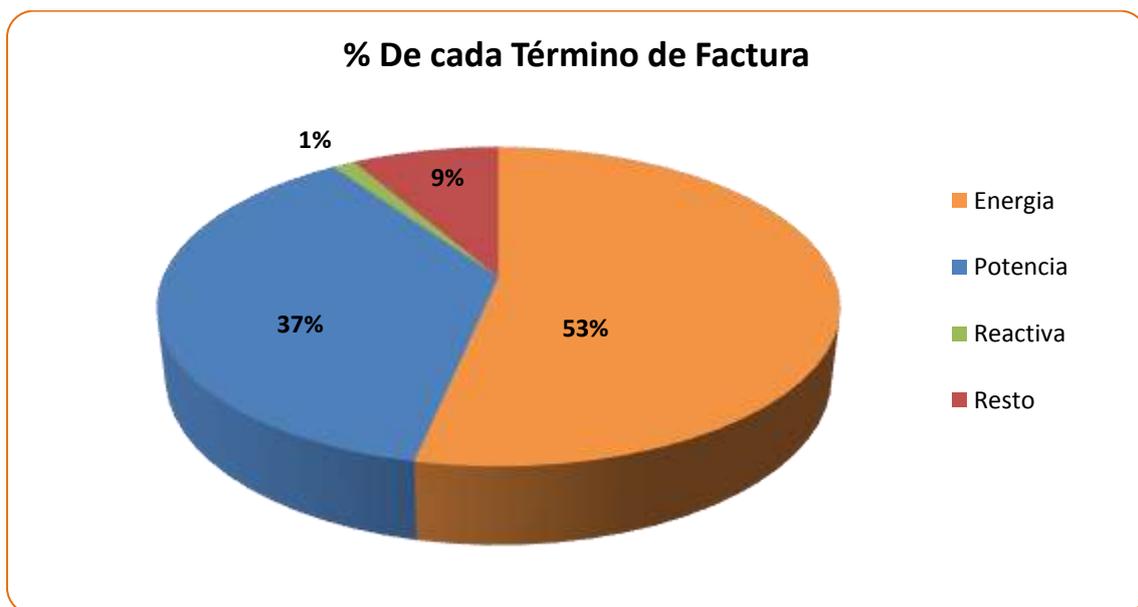


Gráfico 7 Resumen de los términos de Factura

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

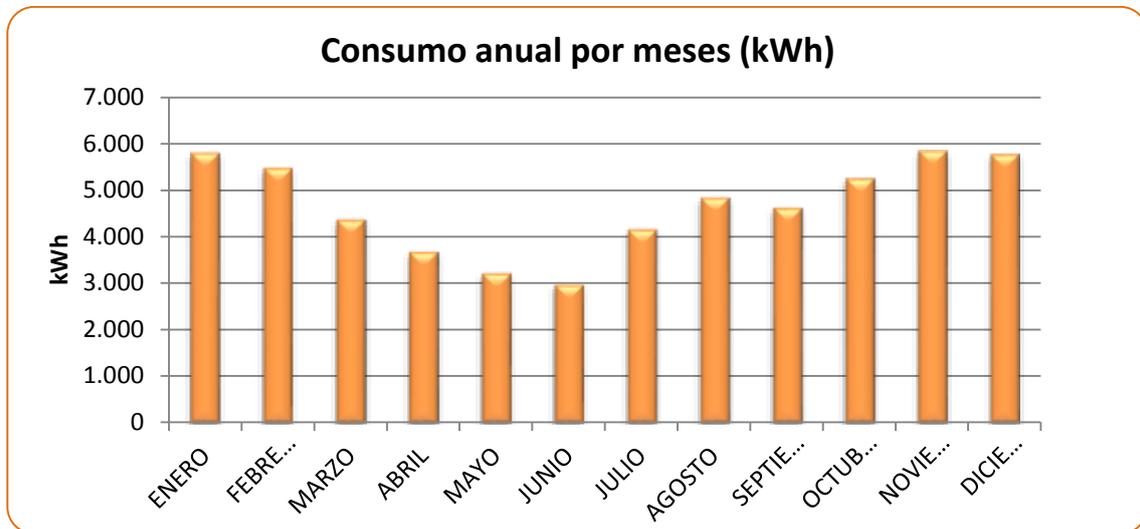


Gráfico 8 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

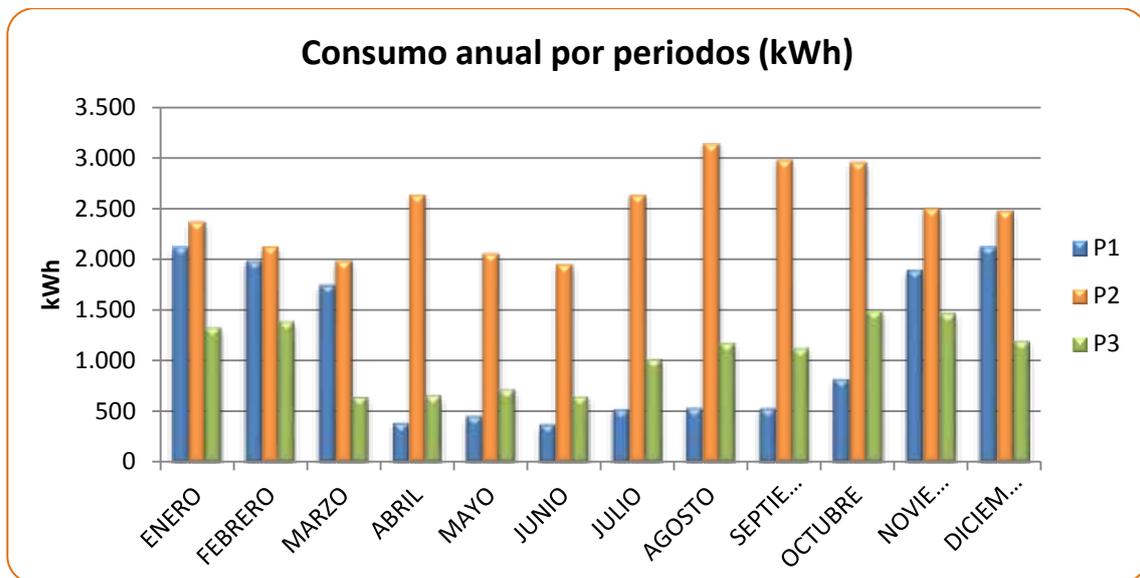


Gráfico 9 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	56.073
Total Facturación (€)	11.172,37
Media mensual de consumo (kWh/mes)	4.673
Media mensual de coste (€/mes)	931,03
Coste medio energía (€/kWh)	0,199

Tabla 13 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO VIGIL DE QUIÑONES	1306
		62
		Rev.07

Las condiciones de contratación del segundo de los dos contadores de los que disponen las instalaciones a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

PUNTO DE SUMINISTRO – CUPS ES0031105032313001FK0F

CUPS	ES0031105032313001FK0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	26,5	26,5	26,5
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,291410
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
16/02/2015	18/03/2015	2.069	647	0	30 /30 /0	8,30	623,98
18/03/2015	16/04/2015	678	904	17	30 /30 /0	4,86	438,87
16/04/2015	16/05/2015	0	1.147	25	0 /29 /0	3,59	326,40
16/05/2015	17/06/2015	0	795	0	0 /29 /0	2,56	295,08
17/06/2015	15/07/2015	9	742	17	2 /29 /2	2,46	266,48
15/07/2015	19/08/2014	2	1.377	0	3 /30 /0	4,56	374,93
19/08/2014	17/09/2014	0	1.653	0	0 /30 /0	4,34	379,47
17/09/2014	17/10/2014	0	2.160	0	0 /30 /0	5,53	444,62
17/10/2014	19/11/2014	2.077	1.197	17	30 /30 /2	8,33	705,38
19/11/2014	17/12/2014	2.648	636	0	30 /29 /0	9,07	678,68
17/12/2014	19/01/2015	2.245	550	0	30 /29 /0	7,96	651,87
19/01/2015	16/02/2015	2.554	628	43	30 /30 /0	9,68	693,93

Tabla 149 Facturación eléctrica segundo contador

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **71,24 €/año**, dado que se trata de un importe muy bajo se desprecia, pero se recomienda al Ayuntamiento que hagan un seguimiento de este concepto por si a lo largo del tiempo se viera incrementado y por tanto sería necesario colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica.

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	26,5	26,5	26,5
Potencia registrada (kW)	30	30	0

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 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:

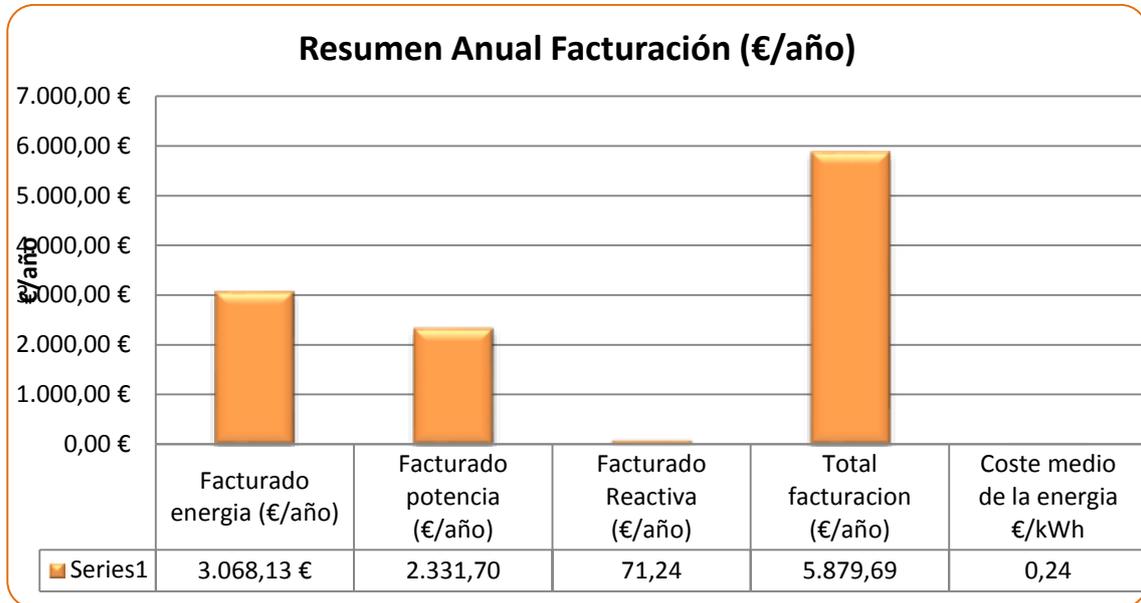


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

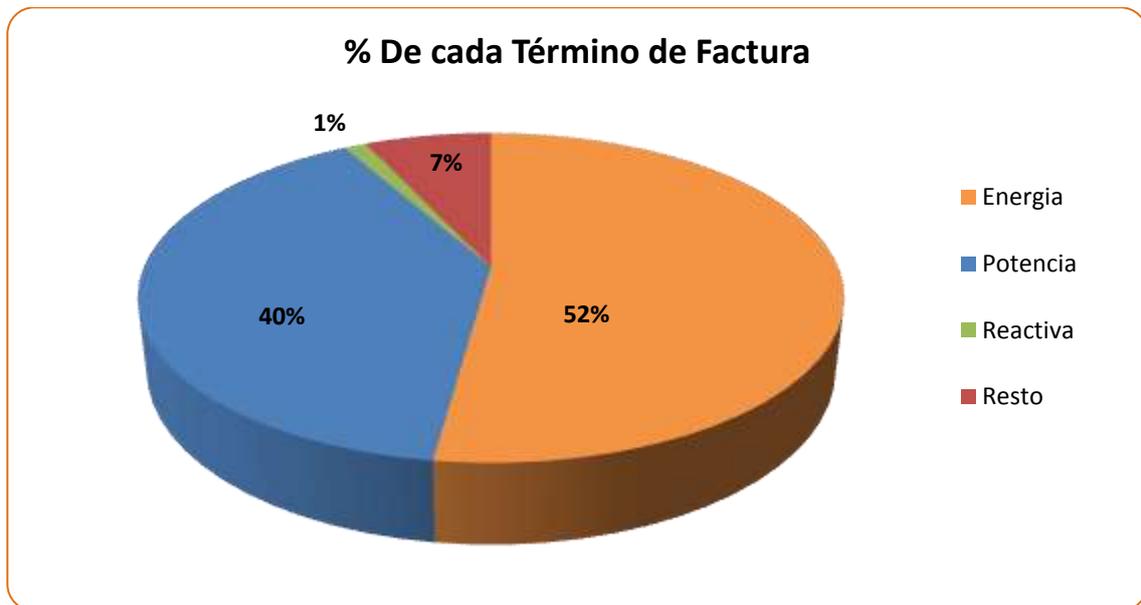


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

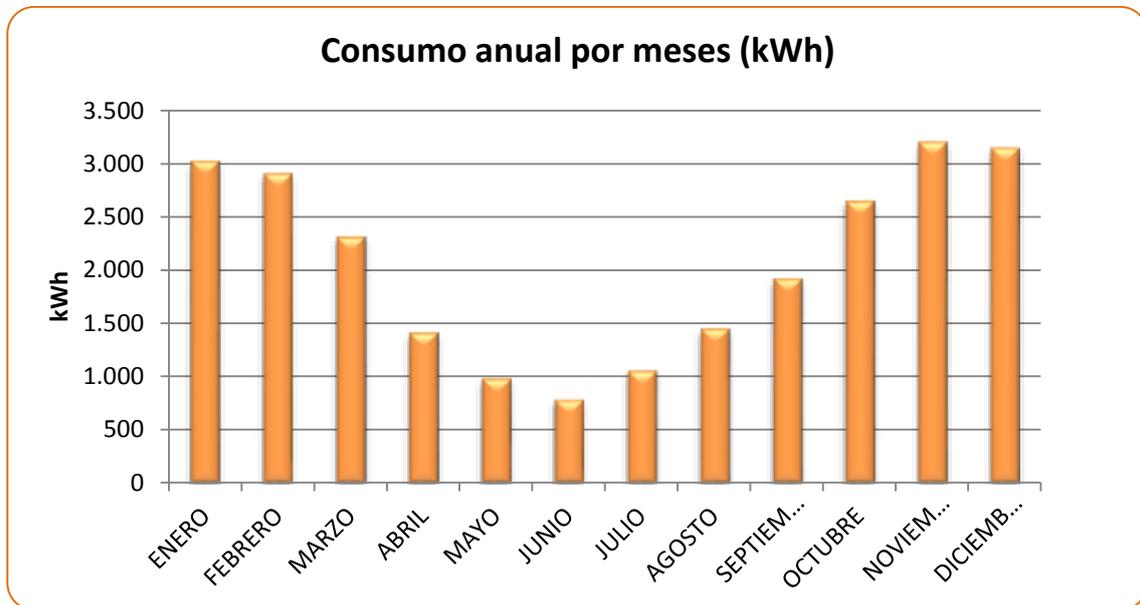


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

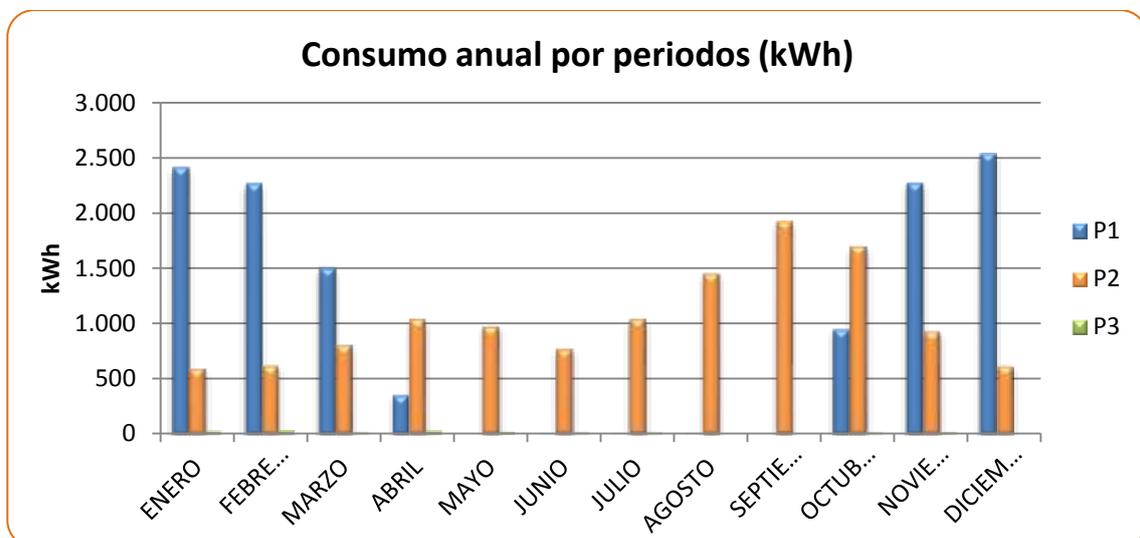


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	24.837
Total Facturación (€)	5.879,69
Media mensual de consumo (kWh/mes)	2.070
Media mensual de coste (€/mes)	489,97
Coste medio energía (€/kWh)	0,237

Tabla 16 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO VIGIL DE QUIÑONES	1306
		62
		Rev.07

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)	80.946,00	-	80.910,00
Coste (€/año)	17.052,06	-	17.052,06

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 el Enero de 2014 y Diciembre de 2014.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	Variable
Superficie total (m ²)	287,00
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	3,17
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	31,90
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	11,95
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	47,02

Tabla 18 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	80.910,00
€/kWh	0,21
kWh/m ² Total	281,92
€/m ² Total	59,41
kWh/persona uso	-
€/persona uso	-
Ton CO ₂ /año	32,28
Kg CO ₂ /m ²	112,48
Pot. Iluminación en W/m ²	11,04

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

Las instalaciones del Vigil de Quiñones disponen de dos contadores, situados respectivamente en las zonas norte y sur del complejo deportivo, en cada uno de los cuales se ha colocado un registrador trifásico. Las gráficas que se muestran a continuación son resultado del total de las lecturas de ambos contadores.

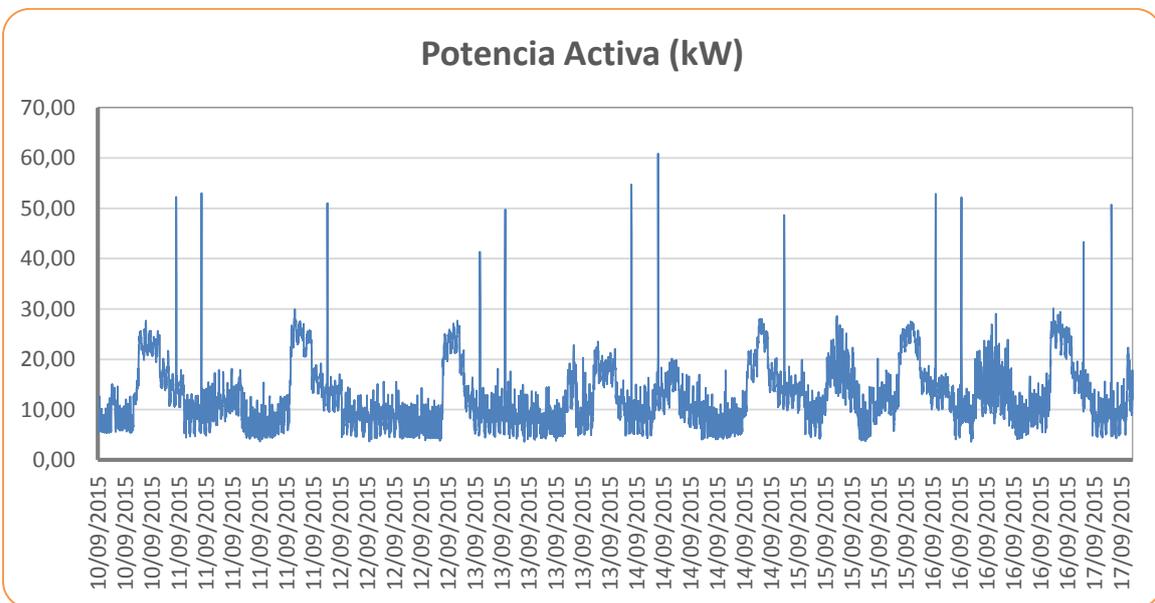


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 10/09/2015 al 17/09/2015

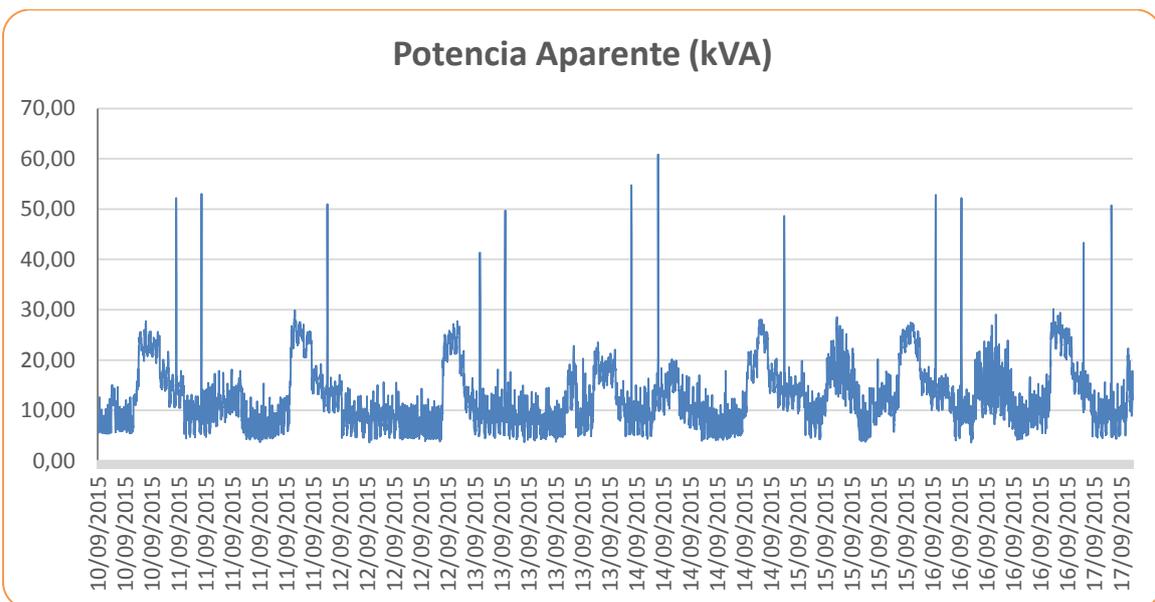


Gráfico 15 Datos de registro de potencia aparente desde el 10/09/2015 al 17/09/2015

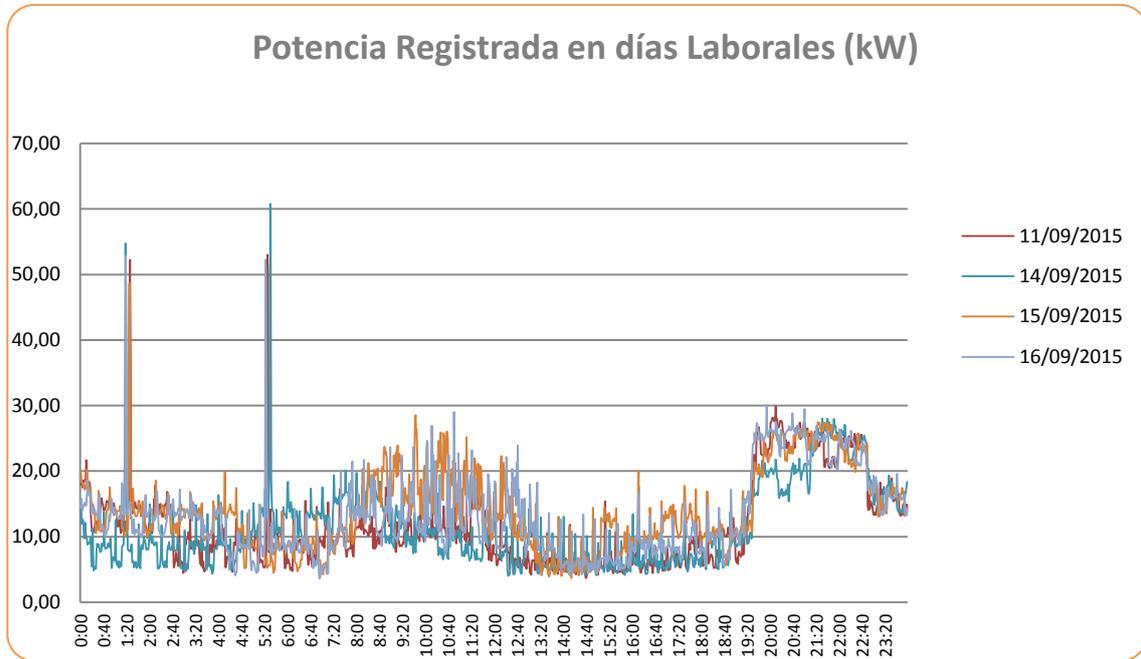


Gráfico 16 Potencia registrada en días laborales (kW)

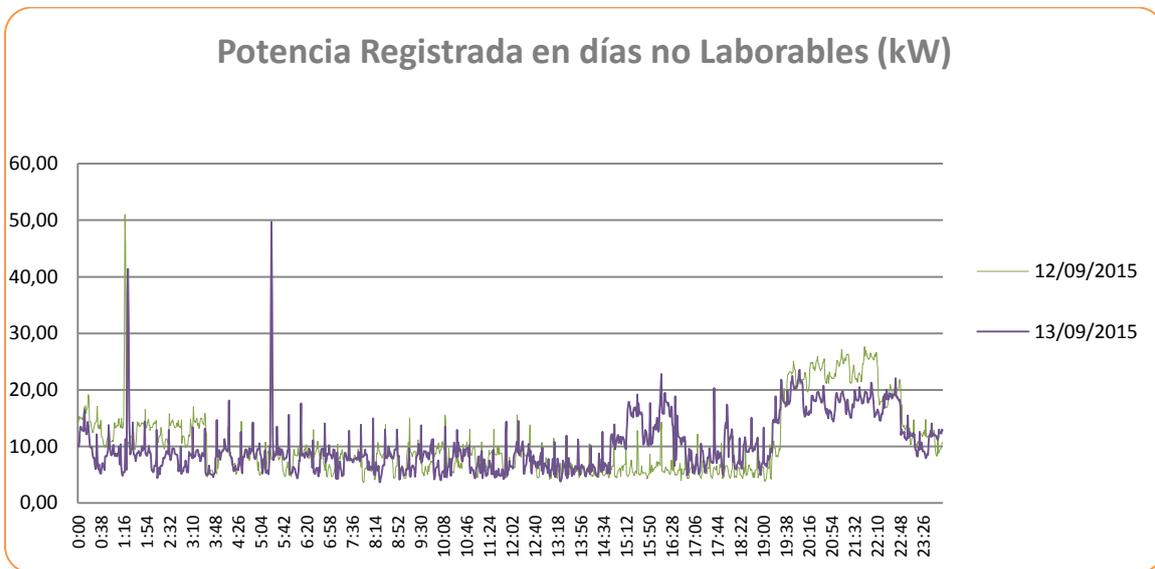


Gráfico 17 Potencia registrada en días no laborales (kW)

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 los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 5kW aproximadamente debido a los equipos productores de ACS y equipos de bombeo que se mantienen conectados permanentemente.

Podemos observar que el peso fuerte de la instalación es la iluminación de los campos de fútbol, al tratarse de luminarias con potencias muy elevadas.

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

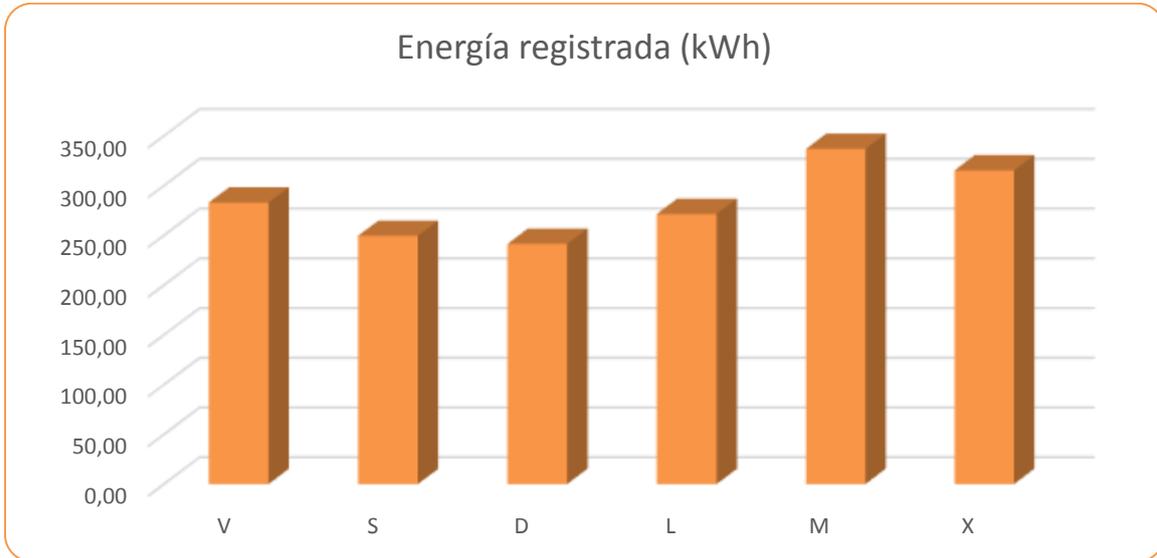


Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborables es de 296,14 kWh y durante los días festivos de 256,41 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 8.407,45 kWh para el mes de Septiembre lo que representa un desvío respecto al valor facturado en Septiembre de 2014 de un 28 % superior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual, al tener un gran peso la iluminación de los campos, cualquier ligera variación en el uso supone un desvío elevado.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- **Campo de fútbol**

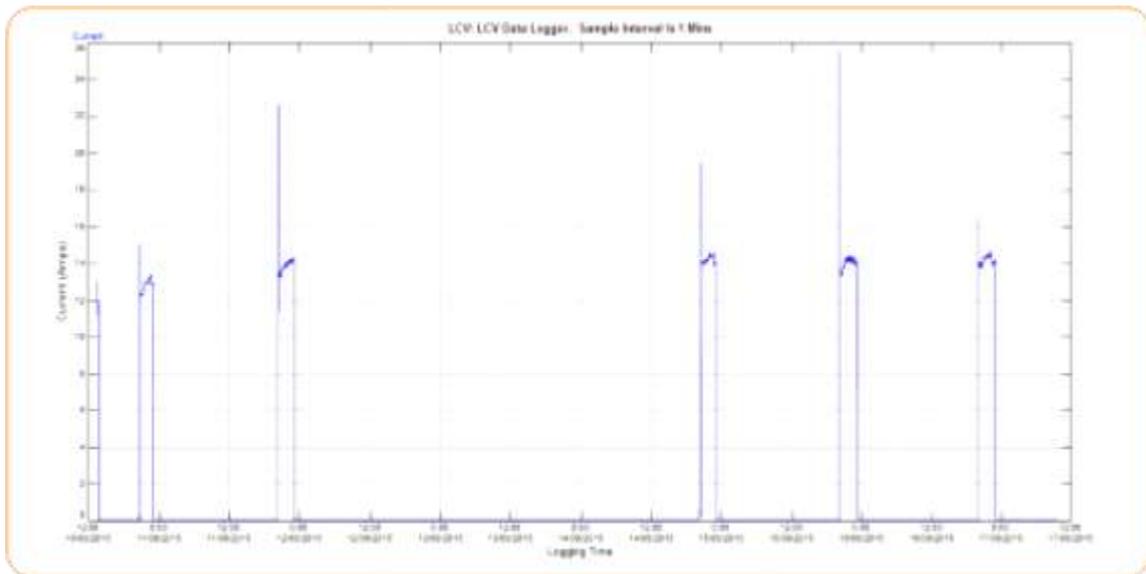


Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en el campo de futbol

- **Vestuario 4**

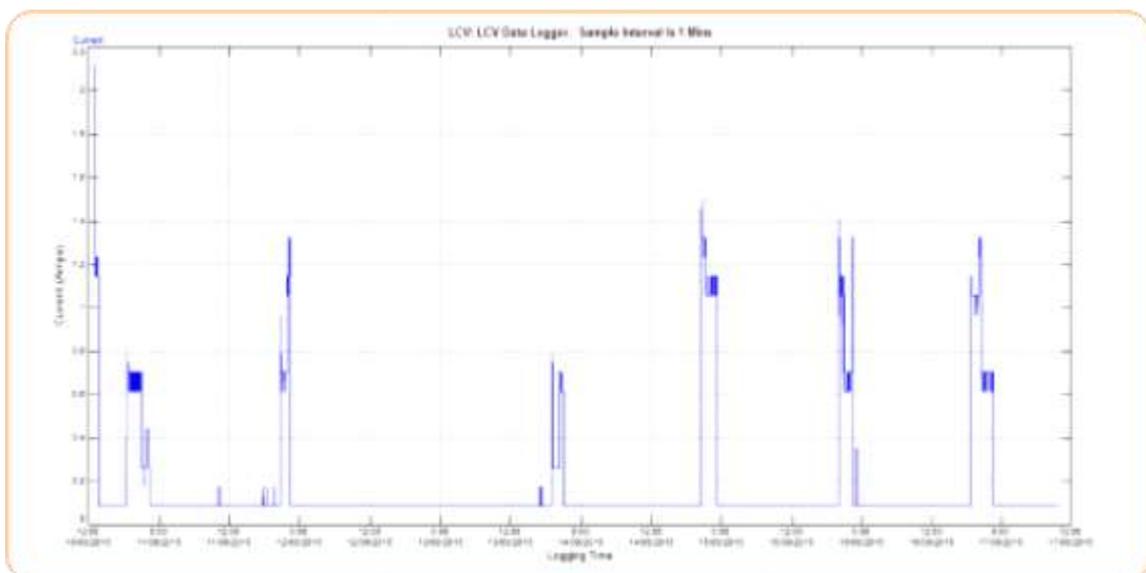


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en el vestuario 4

- **Vestuario 3**

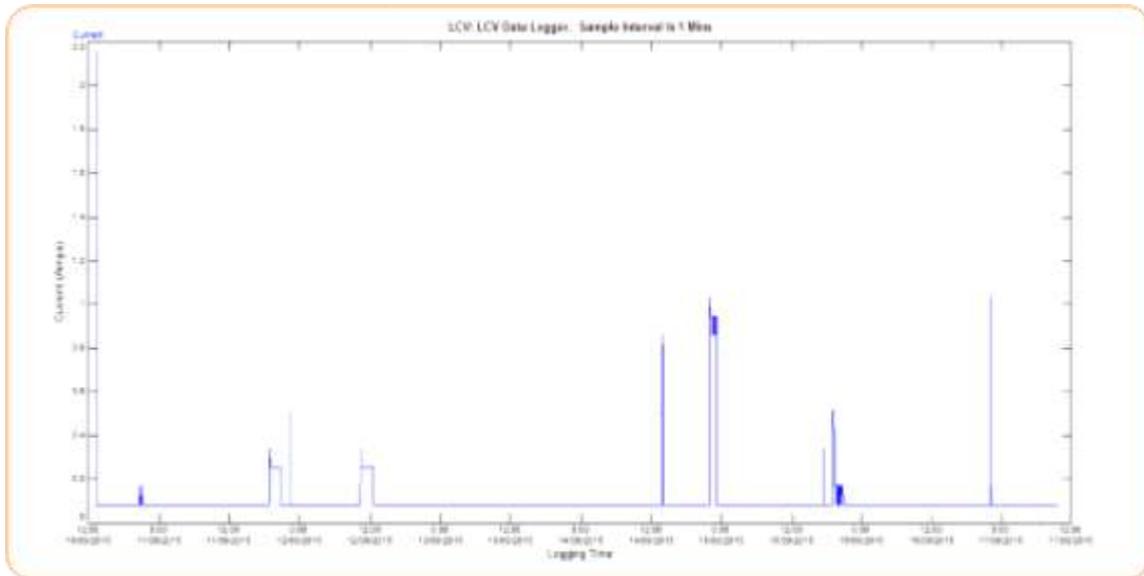


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en el vestuario 3

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

- Campo de futbol: 2,6 h
- Vestuario 4: 1,04 h.
- Vestuario 3: 0,2 h.

3.2 Medida de nivel de iluminación

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

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

Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m ²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
0	Conserjería	72	7,00	472	300	2,18
0	Aseo	144	10,00	578	150	2,49
0	Oficina 2	72	9,00	310	300	2,58
0	Vestuario 3	576	46,00	664	150	1,89
0	Árbitro 2	216	19,00	774	150	1,47
0	Almacén 1	72	6,00	736	100	1,63
0	Árbitro 1	72	19,00	750	150	0,51
0	Vestuario 2	576	46,00	617	150	2,03
0	Vestuario 1	576	46,00	645	150	1,94
0	Oficina 1	72	9,00	659	300	1,21
0	Almacén 2	72	10,00	1109	100	0,65

Tabla 20 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia son acordes con lo recomendado.

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 21 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 10/09/2015 y 17/09/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio no climatizado ya que este edificio no cuenta con sistemas de climatización. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Conserjería (Planta baja)**

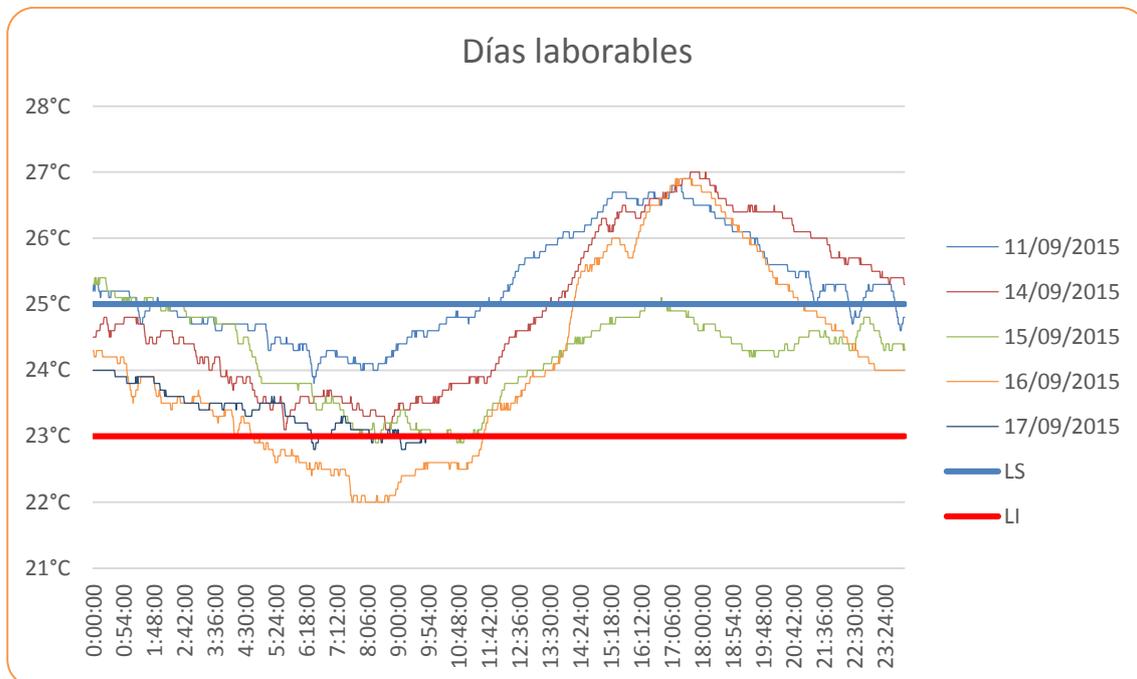


Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables



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

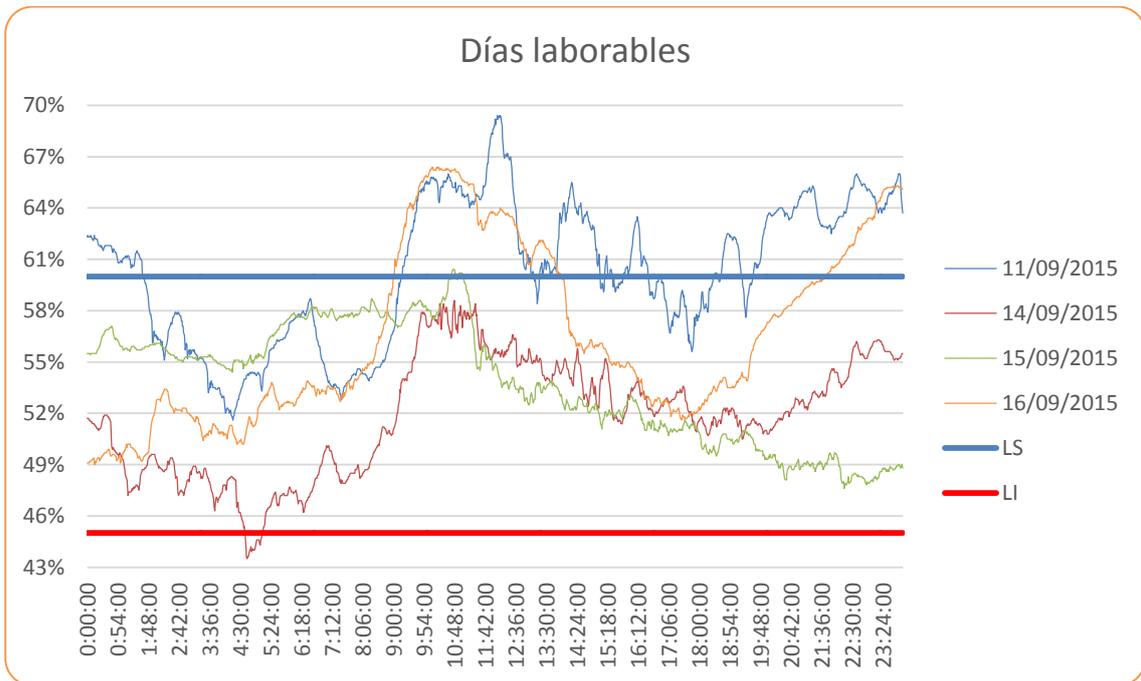


Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables



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

Esta zona no cuenta con sistema de climatización, al igual que el resto de estancias del edificio. Las temperaturas oscilan entre los 22°C y los 28°C durante los periodos de ocupación, superando los 25°C reglamentarios.

La humedad se sitúa generalmente dentro de los límites requeridos por la normativa (45 - 60%) durante una parte importante del horario de ocupación, oscilando entre el 44 y 68%.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ❑ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 27°C y los 28°C, lo cual indica un aporte escaso de refrigeración, muy por encima del límite superior establecido por el RITE (25°C). Aunque no existen equipos de climatización en el centro.

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.

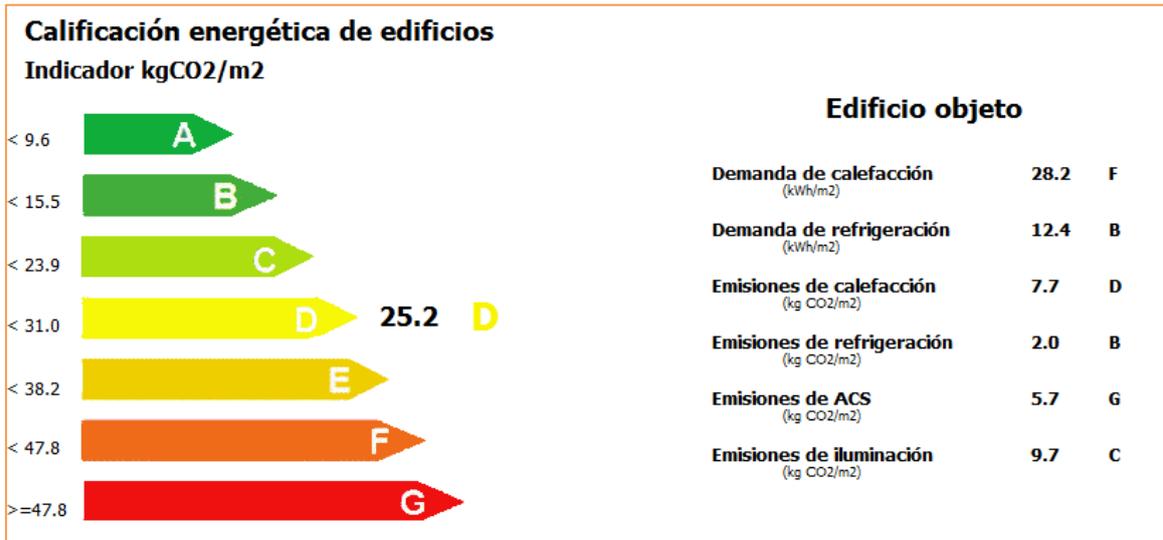


Imagen 10 Etiqueta Certificado Energético

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.

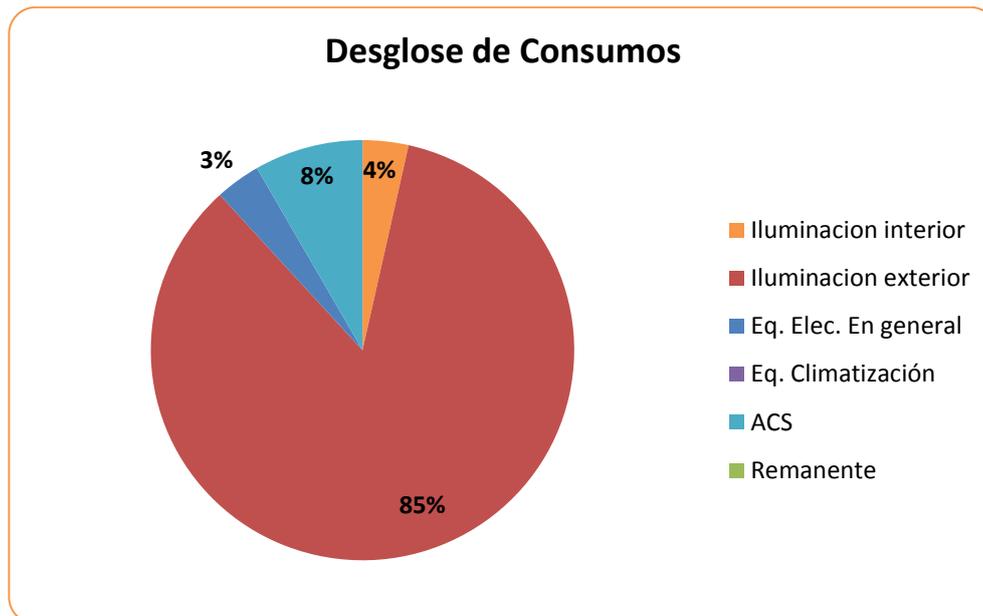


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

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 6%.

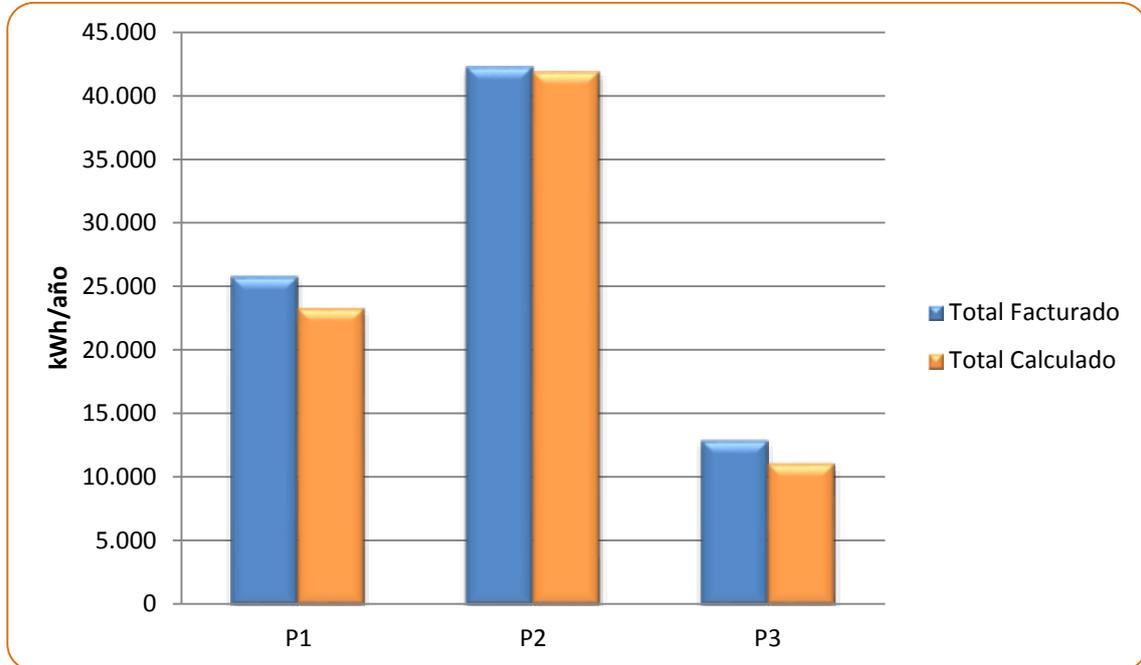


Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO VIGIL DE QUIÑONES	1306
		62
		Rev.07

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, ya que la instalación solar térmica se encuentra fuera de servicio.

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 POLIDEPORTIVO VIGIL DE QUIÑONES	1306
		62
		Rev.07

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	26,67%	73,33%	0,00%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,41881
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			
1.183	44,36%	1,46%	146,92 €	16,08 €	163,00 €	2.191,20 €	13,44	0,47

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

PUNTO DE SUMINSTRO CUPS - ES0031103005347001JD0F

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.

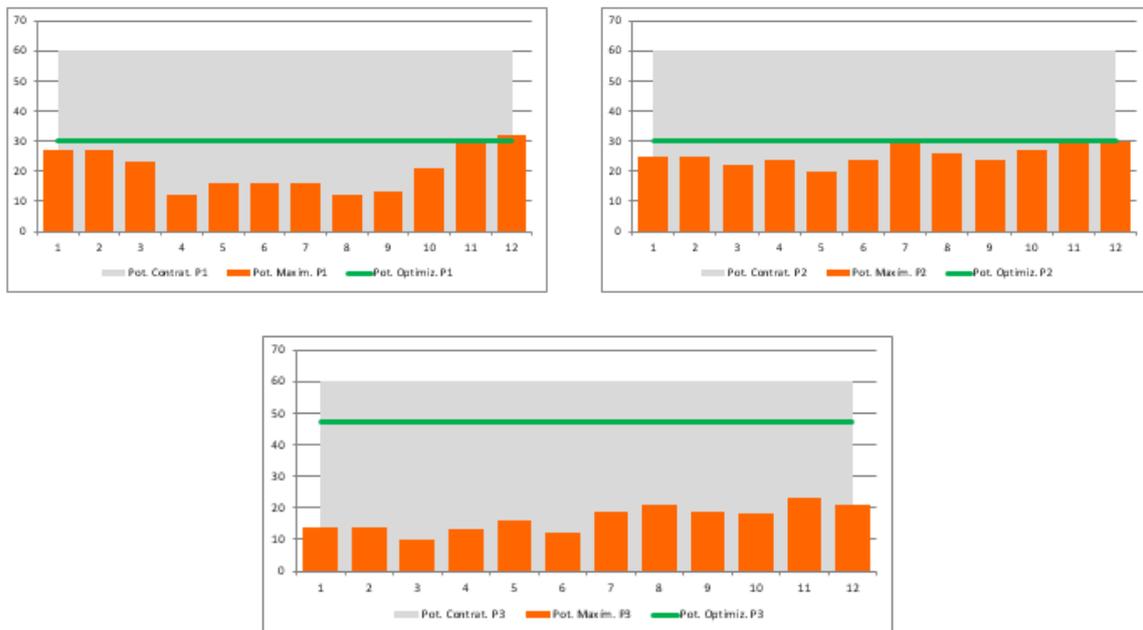


Gráfico 28 Potencias registradas y óptimas por periodo

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 / 47kW** para cada uno de los periodos.

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

Cálculo de ahorros

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

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

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

Ahorros económicos

POT CONTRATADA			POTENCIA RECOMENDADA			Ahorro económico €/año
P1	P2	P3	P1	P2	P3	
60	60	60	30	30	47	1.812,89 €

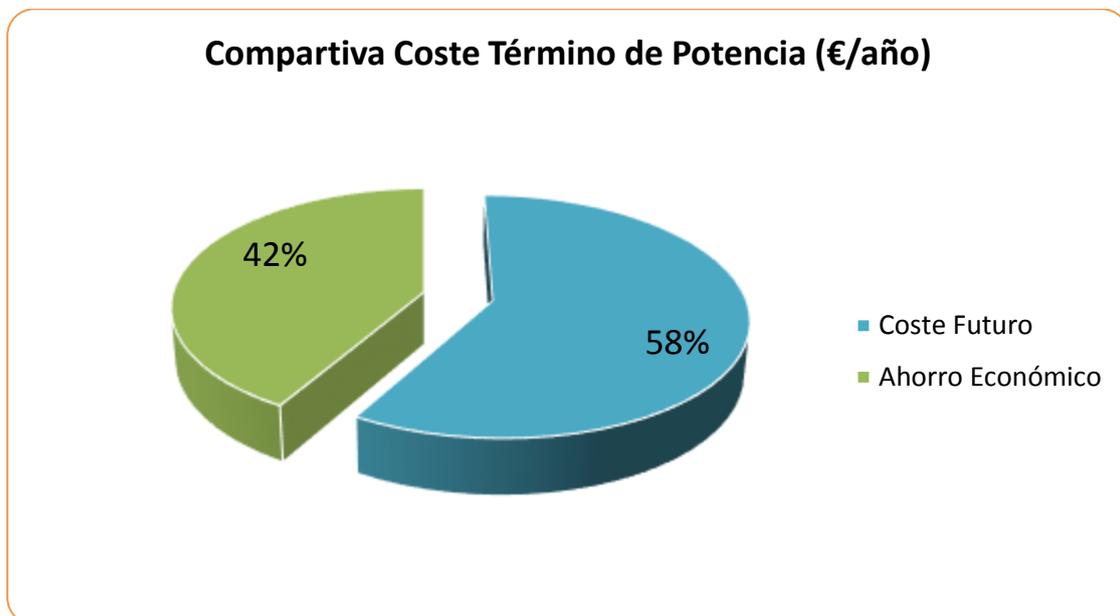


Gráfico 29 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

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 POLIDEPORTIVO VIGIL DE QUIÑONES	1306
		62
		Rev.07

6. MEJORAS RECOMENDADAS

6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

Descripción actuación: Instalación de detectores de presencia en estancias de uso intermitente. Aprovechamiento de la luz natural mediante la utilización de sensores de luz

Descripción de la medida

Los detectores de presencia, también llamados detectores de movimiento o interruptores de proximidad, sirven para conectar o desconectar la iluminación de cualquier espacio en función de la existencia o no de personas en el mismo.

Con esto se logra que el control de encendido y apagado se realice automáticamente, sin que ninguna persona tenga que accionarlo, de manera que solamente permanecerá encendido un interruptor cuando realmente se requiere que la estancia esté iluminada, logrando a su vez un ahorro energético que puede llegar a ser importante.



Imagen 12 Detectores de presencia

Concretando, algunas de las ventajas de estos interruptores de proximidad son:

- Ahorro de energía y disminución del gasto como consecuencia de una mejora en el control de la instalación de la luz.
- En grandes superficies reducen la necesidad de supervisión de los locales, dedicación de personas al control del alumbrado y resulta más fiable.
- Como la inversión para adquirir e instalar estos detectores no es muy alta, rápidamente se rentabiliza su compra.
- Pueden aplicarse al control de cualquier otra instalación energética susceptible de ser independizada por locales, como la calefacción, el aire acondicionado, etc.
- Mínimo mantenimiento.

Las modernas soluciones en el campo de la iluminación tienen en cuenta la aportación de luz natural en las instalaciones con la intención de ahorrar energía y a la vez costes de explotación. En los **sistemas con regulación de la iluminación en función de la luz natural**, los sensores miden constantemente la cantidad de luz que hay en la sala y reducen la cantidad de luz artificial producida por las lámparas que están funcionando con Equipos de Conexión Electrónicos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO VIGIL DE QUIÑONES	1306
		62
		Rev.07

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.

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.

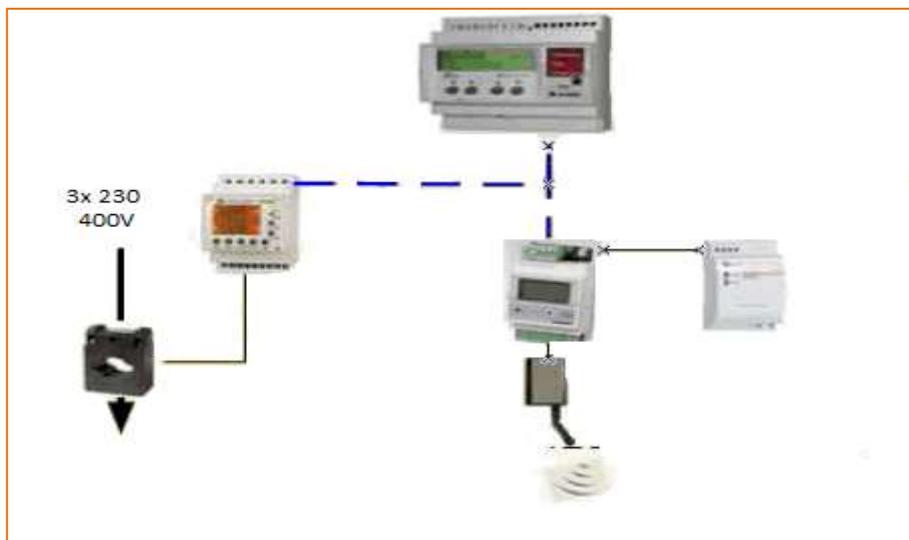


Imagen 13 Esquema de sistema de monitorización

El equipo permitirá la comunicación con el sistema de control, gestión de datos y operación superior a través de Ethernet o, en caso de no haber conexión, vía 3G que comunicaría a través de la red telefónica, por lo que es imprescindible que los protocolos de comunicación estén perfectamente definidos y sean abiertos. El sistema debe ser escalable, de forma que, en un futuro, se puedan ampliar el número de puntos de control o instalar sistemas compatibles de control específico adicionales.

Aplicación de la mejora

Los parámetros mínimos a controlar serán la acometida eléctrica principal, el consumo eléctrico y térmico de la sala de calderas, en caso de existir, y dos sondas de temperatura ambiente en zonas significativas del edificio. Por lo tanto, al gestor energético irán conectados los diversos analizadores de redes que tomarán los datos de la instalación. Siempre que fuera posible, los datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO VIGIL DE QUIÑONES	1306
		62
		Rev.07

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 POLIDEPORTIVO VIGIL DE QUIÑONES	1306
		62
		Rev.07

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación ya que, tal y como se describe en apartados anteriores, el centro cuenta actualmente con una instalación solar térmica como contribución de energías renovables para la producción de ACS. Aunque actualmente se encuentra fuera de servicio.

7.2 Fotovoltaica - Autoconsumo

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

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

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

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

8. RESUMEN

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

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
	kWh	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
Sustitución iluminación por tecnologías LED	1.183	44,36	163,00	2.191,20	13,44	0,47
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	1.812,89	-	-	-
TOTAL ELÉCTRICAS	1.183	-	1.975,89 €	2.191,20 €	1,11	0,47

Tabla 22 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas. Entre las **mejoras recomendadas** se pueden enumerar:

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

¹ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

² Todos los precios son sin IVA